Phys. a. 67am

Naturlehre

für

Schule und Haus

von

F. Schmidt,

Lehrer am Königl. kathol. Schullehrer-Seminar zu Breslau.

(Eine Ausgabe in polniſcher Sprache erſcheint in demſelben Verlage.)

Breslau,

Verlag von F. E. C. Leuckart.

1845.

BIBLIOTHECA
CIVITATIS
BAMBERGENSIS

Vorrede.

Seitdem in der neueren Zeit die einzelnen Zweige der Weltkunde, nämlich Erdbeſchreibung, Geſchichte, Naturkunde zu einem unerläßlichen Bildungsmittel auf dem Gebiete der Geiſtesbildung erhoben worden ſind, iſt man fortgeſetzt und eifrigſt bemüht geweſen, dieſen Wiſſenszweigen eine größere Verbreitung unter dem Volke durch die Schule zu verſchaffen. Gleichwohl befinden wir uns hierbei wie in manchen andern Bildungsfächern noch auf unſichern Grundlagen. Zuerſt geben ſich bei der Behandlungsweiſe dieſes Wiſſens noch ſehr abweichende Anſichten und Beſtrebungen kund; denn in einigen Schulen werden dieſe Lehrzweige in innigſter Vereinigung, in andern in ſtrengſter Scheidung gehalten; hier unterrichtet man möglichſt ausführlich und ſucht die Schüler, wer weiß wie weit, zu bringen; dort geſchieht häufig noch gar nichts oder nicht viel für dieſe Fächer. Ob ferner in Bezug auf das Ziel dieſes Unterrichts allgemein das Rechte getroffen wird, iſt auch noch die Frage; es ſcheint vielmehr, daß man durch den weltkundlichen Stoff immer noch am meiſten die Verſtandesbildung, weniger die Herzensbildung, zu fördern ſtrebt.

Ganz ebenſo will es ſcheinen, als werde in vielen Schulen noch ſehr viel auf das bloße Einſtudiren des im Lehr- oder Leſebuche enthaltenen Stoffes gedrungen, ohne daß man die Schüler lehrt, den betrachtenden Blick auf die uns umgebende Wirklichkeit zulenken. Zu den Hauptmängeln dieſer Unterrichtsfächer gehört endlich noch die ungleiche Berückſichtigung der einzelnen Zweige. Dieſe Schattenſeite hat vornehmlich der naturkundliche Unterricht. Man befaßt ſich nämlich in vielen Schulen faſt nur ausſchließlich mit der Naturgeſchichte oder beſſer mit den drei Naturreichen und die Naturlehre findet nur in einzelnen Schulen die wohlverdiente Berückſichtigung; in der großen Mehrzahl von Schulen wird ſie unter das trockene und abſtracte, für die Jugend wenig intereſſante Wiſſen verwieſen und daher bei Seite geſetzt. Es iſt hier gar nicht der Ort, dieſem Zweige der Naturkunde eine Lobrede zu halten, ſondern es mag nur einfach darauf hindeutet werden, daß, während die Naturgeſchichte ſehr intereſſante Betrachtungen deſſen enthält, was als vollendetes Naturprodukt vor uns ſteht, die Naturlehre ein nicht geringeres Intereſſe für ſich erwecken muß, indem ſie uns in die Werkſtätte der Natur hineinſchauen und das geſetzmäßige und harmoniſche Zuſammenwirken der Elementarkräfte näher begreifen läßt. Daß hierin ein gleich reicher Bildungsſtoff, wie in der Betrachtung der Naturreiche liege, wird man kaum bezweifeln.

Gleichwohl giebt es noch einen andern Grund, warum die Naturlehre ſo oft unberückſichtigt bleibt. Das Gebiet dieſes Unterricht nämlich, wie er ſich für die Volksſchule eignet, iſt bisher noch bei weitem weniger angebaut, als viele andere Fächer und namentlich fehlt es an paſſenden Hand- und Lehrbüchern für Volksſchulanſtalten. Denn, wenige Ausnahmen nicht gerechnet, ſind die meiſten der bisherigen Lehrbücher der Naturlehre für höhere Lehranſtalten berechnet; ihre Darſtellung bewegt ſich überall in den ſtrengen Formen des Syſtems, wobei eine Menge anderer Kenntniſſe vorausgeſetzt oder erfordert werden und da-

durch iſt ihr Inhalt für die Schüler nicht gelehrter Anſtalten unverſtändlich und ſchmälert oder benimmt das Intereſſe für die Wiſſenſchaft.

Der Verfaſſer des vorliegenden Buches entſchloß ſich zum Verſuche nach eigener Anſicht zunächſt die Naturlehre in einer populären d. h. für Schule und Haus geeigneten Weiſe darzuſtellen. Bei der Abfaſſung des Buches hatte der Verf. auch namentlich den Unterricht dieſes Lehrzweiges in den Schullehrer=Seminarien und in der dieſen ähnlichen Anſtalten, ſo wie in gehobenen ſowohl als in niedern Volksſchulen, (wo freilich nur die Lehrer das Buch gebrauchen werden) im Auge und berückſichtigte dabei alle diejenigen aus dem nichtgelehrten Publikum, welche das Bedürfniß fühlen, ſich auch außer der Schule fortzubilden.

Was den Inhalt des Buches anlangt, ſo beſchränkte ſich daher der Verfaſſer nur auf die Hauptſachen mit Uebergehung aller mathematiſchen und algebraiſchen Formeln und ähnlicher Dinge. Da es uns ja doch nur auf allgemeine Bildung ankommt, ſo iſt das, was nur für Leute vom Fache gehört, meiſt unerwähnt geblieben und anderes iſt ausführlicher beſprochen, was ins tägliche Leben eingreift und für uns von Wichtigkeit iſt. Behufs möglichſter Popularität wurde Einfachheit in der Darſtellung als ein Hauptziel feſtgehalten. Was dabei den Gebrauch der fremden Bezeichnungen und der Kunſtausdrücke angeht, ſo wurde derſelbe zwar möglichſt, aber nicht allzuängſtlich vermieden, ſondern es wurde vielmehr durch Beifügung der verſtändlichen Bezeichnungen eine Gelegenheit benützt, um auch hier das Kenntnißgebiet der lernenden Jugend und des Leſers zu erweitern.

Da der phyſikaliſche Unterricht nicht wohl ohne Figurentafeln beſtehen kann, ſo wurden die wichtigſten dahin gehörigen Sachen und Apparate auf 4 Tafeln zuſammengeſtellt, wobe das Zuſammengehörige, wo es nothwendig war, in Gruppen aufgeſtellt und ſelbſt mancher zu machende phyſikaliſche Verſuch ſo wie die Anwendung phyſiſcher Geſetze und Kräfte angedeutet iſt.

Bei der ganzen Darſtellung bemühte ſich der Verfaſſer einem beſtimmten Ziele zuzuſteuern, welches nach ſeiner Anſicht der Unterricht in der Naturkunde überall beachten muß. Dieſer Unterricht darf nicht blos die klarere Erkenntniß der Natur im Ganzen und in ihren Einzelheiten d. h. alſo nicht blos eine beſtimmte Natur-Anſchauung bewirken, ſondern er muß das Gemüth veredeln. Der Menſch ſoll durch die Naturkenntniß zum Mitgefühl für die Natur und für das Schöne in derſelben angeregt werden; er ſoll ihren Umgang liebgewinnen und ſeine Zerſtreuungen und Erholungen in ihr ſuchen, ſeine eigene Stellung zur Natur beſſer begreifen, die Gaben und Wohlthaten, die ſie uns bietet, gehörig ſchätzen lernen und endlich ſoll ſein Blick hingelenkt werden zu dem erhabenen Weltenſchöpfer ſelbſt; alſo mit einem Worte: richtige Anſchauung der Natur, Achtung und Schonung derſelben, Würdigung und Benützung ihrer Güter, Freude, und Wohlgefallen an derſelben und Gotterkenntniß ſollen vorzüglich die ſchönen Früchte ſein, welche aus dem Unterrichte dieſer Wiſſenſchaft erwachſen.

Der Verf. ſuchte den Anforderungen in den angegebenen Beziehungen nach Kräften zu genügen. Wie weit er freilich noch hinter denſelben zurückgeblieben iſt, fühlt er wohl, hofft jedoch wenigſtens billigen Anſprüchen genügt zu haben.

Breslau im Januar 1845.

Der Verfaſſer.

Inhalts=Verzeichniß.

Seite.

Vorrede I
Einleitung. Allgemeine Ueberſicht über die Natur 1

Erſter Abſchnitt. Von den Naturkörpern und ihren Eigenſchaften:

1. Weſen der Naturkörper im Allgemeinen 3
2. Die Haupt=Eigenſchaften der Körper 3

Zweiter Abſchnitt. Von der Ruhe und Bewegung überhaupt 14

Dritter Abſchnitt. Von den feſten Körpern:

1. Zuſtand der feſten Körper und Hauptarten derſelben 17
2. Verhalten der feſten Körper im Zuſtande der Ruhe 18
3. Von den Maſchinen 20
4. Von den wichtigſten Bewegungsarten der feſten ſowohl, als der übrigen Körper 25
5. Vom Pendel 29
6 Vom Stoße der Körper 30

Vierter Abſchnitt. Von den flüſſigen Körpern:

1. Weſen der Flüſſigkeiten und ihre Arten 31
2. Die Flüſſigkeiten im Zuſtande der Ruhe 32
3. Von der Bewegung des Waſſers und der übrigen Flüſſigkeiten . . . 38
4. Von der Zerſetzungskraft des Waſſers und der übrigen Flüſſigkeiten . 43
5. Von dem Maſſenzuſtande oder von den Aggregatsformen des Waſſers 44
6. Das Waſſer und andere Flüſſigkeiten in ihrer Bedeutung für die organiſche Natur und den Menſchen 47

Fünfter Abſchnitt. Von der Luft:

1. Daſein, beſondere Eigenſchaften und Geſtalt des Luftſtoffes 49
2. Die Luft im Zuſtande der Ruhe oder des Gleichgewichts 50
3. Von der Bewegung der Luft 60
4. Der Stoß bewegter Luft 61
5. Die atmosphäriſche Luft als Lebens=Element für die organiſche Natur, beſonders für den Menſchen 62
6. Die wichtigſten Luftarten mit Berückſichtigung ihrer Beſtandtheile . 63

Sechſter Abſchnitt. Vom Schalle der Körper:

1. Der Schall im Allgemeinen 69
2. Entſtehung, Fortpflanzung und Zurückwerfung des Schalles . . . 69

Seite.
3. Von dem eigentlichen Klange oder Tone der verſchiedenen Körper . . 76
4. Die muſikaliſchen Inſtrumente 80
5. Verſchiedene Naturklänge, die Stimmen der Menſchen und Thiere . 80
6. Das menſchliche Hörorgan 81

Siebenter Abſchnitt. Vom Lichte.

1. Weſen des Lichtes; Lichtkörper 82
2. Verbreitung des Lichts; Schatten; Stärke und Geſchwindigkeit des Lichts 83
3. Von der Art, wie die Körper ſich dem beobachtenden Auge zeigen; Geſichtswinkel 85
4. Zurückwerfung des Lichtes; Spiegelung 87
5. Von der Brechung des Lichtes 91
6. Das Geſichts-Organ des Menſchen 96
7. Die wichtigſten optiſchen Inſtrumente 98
8. Von der Einwirkung des Lichtes auf die Naturdinge 102

Achter Abſchnitt. Von der Wärme und dem Feuer.

1. Weſen der Wärme im Allgemeinen 103
2. Erregung der Wärme 104
3. Ausgleichung und Verbreitung der Wärme 105
4. Von der Einwirkung der Wärme auf alle Körper 107
5. Wärmethätigkeit in der organiſchen Natur, Lebenswärme 112

Neunter Abſchnitt. Von der Elektrizität und dem Magnetismus.

I. Die Elektrizität.

1. Beſchaffenheit und Weſen derſelben 114
2. Arten der Elektrizität, ſowie Erregung und Entladung derſelben . . 115
3. Die elektriſchen Inſtrumente 117
4. Einwirkung der Elektrizität auf den menſchlichen Körper 120

II. Der Magnetismus.

1. Weſen des Magnetismus, magnetiſche Körper oder Magnete . . . 122
2. Die magnetiſche Anziehung und Abſtoßung 123
3. Erzeugung des Magnetismus und Anfertigung künſtlicher Magnete . 124
4. Der Erdmagnetismus und die Magnetnadel 125
5. Magnetiſche Einwirkungen auf den menſchlichen Körper 126

III. Von der Magneto-Elektrizität, dem Elektro-Magnetismus, der Thermo-Elektrizität und dem Thermo-Magnetismus 127

Zehnter Abſchnitt. Von den Natur-Erſcheinungen im freien Himmelsraume oder von den Meteoren.

1. Wärme-Meteore 130
2. Luft-Meteore 131
3. Waſſer-Meteore 133
4. Licht-Meteore 136
5. Elektriſche- und Feuer-Meteore 138

Letzter Abſchnitt. Schlußbetrachtung 145

Einleitung.

Allgemeine Ueberſicht über die Natur.

Wenn wir die Wunder der Schöpfungstage, den Himmel und die Erde, die Gewäſſer, die Luft und das Firmament mit den Geſtirnen, die Pflanzen, die Thiere und das Meiſterwerk der Schöpfung den Menſchen uns vergegenwärtigen und zugleich die beſtimmte Einrichtung der geſammten Weſen uns vorführen, ſo haben wir das, was wir das Weltall, die Schöpfung, die Natur nennen. Es iſt dieſelbe einerſeits der Inbegriff aller geſchaffenen Weſen d. h. der einzelnen Wunderwerke der Schöpfung, andererſeits iſt die Natur das Weſen der innern und äußern Einrichtung der Dinge. Wir unterſcheiden nun zwar eine außerirdiſche und eine irdiſche Natur; jene umfaßt die Schöpfungsweſen im Großen, dieſe die Schöpfungsweſen unſerer Erde; allein jene wie dieſe ſind eben nichts anderes als die Glieder des großen Schöpfungsganzen.

Inmitten der Natur ſteht der Menſch. Er ſieht ſich von ihr allenthalben umgeben und ſchaut mit ſtummer Verwunderung um ſich. Wohin er ſeinen Blick in der ſchönen Natur lenkt, überall ſtrahlen Fülle, Mannigfaltigkeit, Pracht und Schönheit, Ordnung und Geſetzmäßigkeit als die Zeugen der ewigen Allmacht, Güte, Weisheit des Schöpfers ihm entgegen. Der Menſch ſteht ewig im Verkehr mit der Natur und ſein forſchender Geiſt ſuchte von jeher dieſelbe genauer kennen zu lernen, belauſchte ſie in ihren geheimen Triebfedern und ſuchte ihre Kräfte und Gaben ſich zu Nutze zu machen.

Alle Belehrungen, welche der Menſch von jeher ſich über die Natur zu verſchaffen ſuchte, bilden den Inhalt derjenigen Wiſſenſchaft, welche man die Naturkunde nennt. Wie aber die Natur in den manigfaltigſten Richtungen ſich bis ins Unendliche verzweigt, ſo hat auch die Naturkunde mehrere Haupt- und Nebenzweige. Ihre Betrachtung hat es entweder zuthun mit den äußeren Merkmalen und Kennzeichen der Naturdinge, wonach ſie in die drei Hauptreiche — Mineralreich, Pflanzenreich, Thierreich und in Ordnungen und Klaſſen — ſich ſondern, und dieſen Theil der Natur

kunde nennen wir Naturgeſchichte oder Naturbeſchreibung. Betrachtet die Naturkunde aber die Körper überhaupt nach ihrer innern Wirkſamkeit, welche ſich durch Erſcheinungen an den Naturweſen kund giebt, und woraus zugleich die unveränderlichen Naturgeſetze uns bekannt werden, ſo heißt ſie Naturlehre oder Phyſik. Die Naturlehre im Allgemeinen befaßt ſich mit der Wirkſamkeit der außerirdiſchen wie der irdiſchen Naturdinge und hat zu ihrem Gegenſtande: a) die Körper mit ihren Eigenſchaften und Wirkungen, b) die feinen unwägbaren Stoffe, als Licht, Wärme, Electrizität und Magnetismus mit allen durch ihre Wirkſamkeit unter einander und an den körperlichen Maſſen hervorgebrachten Erſcheinungen. Bei allen dieſen Betrachtungen hat die Naturlehre hinzudeuten auf den Verkehr, in welchem der Menſch in ſeinen Verrichtungen und in ſeiner Thätigkeit mit der Natur ſteht und was ſein nachdenkender Geiſt ſelbſt von dieſer ewigen Lehrmeiſterin, der Natur, entnommen und zu ſeinen eigenen Schöpfungen gemacht hat. Die Erſcheinungen an den Naturweſen erfolgen entweder von ſelbſt und wir ſuchen ſie zu erklären oder wir veranlaſſen die Körper, Erſcheinungen hervorzubringen. Das letztere geſchieht durch Verſuche oder Experimente und dazu ſind Maſchinen, Inſtrumente, Vorrichtungen, Apparate nothwendig, deren Conſtruction und Wirkſamkeit die Naturlehre anzugeben hat, wie ſie denn die aus den Erſcheinungen ermittelten allgemeinen Naturgeſetze zuſammenſtellt.

Das Studium der Naturkunde im Allgemeinen und der Naturlehre im Beſondern hat für uns einen unendlich großen Gewinn. Daſſelbe ſchärft nicht nur unſere Geiſteskräfte, beſonders unſere Beobachtungsgabe und unſere Faſſungskraft, ſondern gewährt uns höhere Einſicht, und thörichte Vorſtellungen und Irrthümer werden beſeitigt. Was uns regellos, willkührlich, zufällig zu ſein ſcheint, wir lernen es in ſeinem geregelten Zuſammenhange kennen; was uns nutzlos, in ſeiner Beſtimmung unerklärlich, am Ende blos zur Qual und Pein des Menſchen und anderer Weſen da zu ſein ſcheint, wir erkennen nach und nach, daß es zu unſerem Beſten dient; was uns übernatürlich, ſchreckhaft und verderblich vorkam, wir begreifen es in ſeinen Wirkungen und entſagen unſerem Irrwahne. Daß wir die Natur beſtändig als Lehrmeiſterin und als die Gabenſpenderin zu betrachten haben, wer wollte es läugnen? Aber ihre genauere Kenntniß hebt uns auch auf eine höhere Stufe der ſittlichen Vollkommenheit. Die Vorliebe für die Natur und die Neigung zu dem ſteten Umgang mit ihr wird in uns geweckt und wir lernen die reineren und höheren Lebensfreuden ſchmecken. Endlich aber werden wir durch das Studium der Naturkunde zu einer immer klareren Erkenntniß Gottes und ſeiner erhabenen Eigenſchaften uud Vollkommenheiten hingeleitet.

Ziel und die Weiſe der Bewegung; 3) den durchlaufenen Raum; 4) die dazu erforderliche Zeit; 5) die Geſchwindigkeit der Bewegung und ihre Grade; 6) die Hinderniſſe der Bewegung.

1) Die Urſachen der Ruhe und Bewegung ſind Kräfte; dahin gehören: die Schwere, die Adhäſion, die Elaſtizität, der Stoß, die Muskelkraft der Menſchen und Thiere; die Wärme und die Ausdehnung der Dämpfe bringen nur Bewegung hervor. Um Ruhe und Bewegung bei den Körpern zu veranlaſſen, müſſen die Kräfte ſich den Körpern mittheilen und dazu gehört eine gewiſſe Zeit; allzuſchnell wirkende Kräfte verfehlen oft den Zweck ihrer Anwendung oder laſſen die Körper in Folge des Beharrungsvermögens in ihrem urſprünglichen Zuſtande. Mit einem Zwirnsfaden kann man z. B. eine kleine Laſt fortbewegen oder eine offene Thüre zuziehen, wenn man langſam anzieht, wogegen bei plötzlichem Ziehen der Faden reißt; eine abgeſchoſſene Kugel geht durch eine offenſtehende Thür, ohne ſie zuzuſtoßen; von mehreren übereinandergeſtellten Damenſteinen kann man mittelſt eines Lineals den unterſten Stein oder einen mitten im Häufchen wegſchlagen, ohne daß die ganze Säule umfällt; ein Geldſtück auf einem Kartenblatte über die Oeffnung einer Flaſche gebracht, geht, wenn man das Blatt wegſchnellt, nicht mit demſelben fort, ſondern fällt ſenkrecht in die Flaſche; beim ſchnellen Laufe iſt es uns unmöglich plötzlich anzuhalten; beim plötzlichen Losfahren eines Wagens oder Schiffes ſchwankt unſer Körper rückwärts, beim plötzlichen Stillſtehen vorwärts. Die Zeit, welche eine Kraft bedarf, um ſich einem Körper mitzutheilen, beträgt ein bis zwei Sekunden.

2) Die Richtung (**Fig. 1.**) eines bewegten Körpes wird immer durch eine beſtimmte Linie angedeutet; die Bewegung kann daher geradlinig oder krummlinig, zickzack, ſchlangenförmig, kreisförmig, horizontal oder ſenkrecht oder ſchief und in Bezug auf das Ziel des bewegten Körpers vorwärtsgehend (progreſſiv) oder rückgängig (regreſſiv) ſein; der Weiſe nach kann die Bewegung eine rollende wie bei Kegel- und Billard-Kugeln, bei Wagenrädern, oder eine ſchleifende wie bei Schlitten u. ſ. w. ſein; bei rollenden Körpern hat die Geſtalt viel Einfluß auf die Richtung; eine Walze geht in gerader, eine runde Spitzſäule in kreisförmiger Richtung. Ebenſo kann die Bewegung eine Wurfbewegung wie bei geworfenen Steinen, abgeſchoſſenen Kugeln, eine ſchwingende, wie bei aufgehängten Körpern, endlich eine Fallbewegung ſein. — Wenn (**Fig. 2**) ein Körper A von zwei Kräften b und c nach verſchiedenen Richtungen und zwar etwa nach d und e getrieben wird, ſo entſteht eine zuſammengeſetzte Bewegung. Der Körper folgt dann keiner der beiden Richtungen, ſondern geht eine Mittelrichtung etwa nach g. Eine ſolche Bewegung hat ein Kahn, der über einen Fluß ſegelt, jeder horizontal

geworfene oder geſchoſſene Körper, ebenſo ein auf einem bewegten Wagen oder Schiffe in die Höhe geworfener Stein u. ſ. w.

3. und 4) Raum und Zeit ſind die Hauptbedingungeu aller Bewegung. Ein bewegter Körper muß einen Raum durchlaufen, aber er legt ihn nur nach und nach zurück und gelangt ſo von einem Punkte zum andern, wozu eine beſtimmte Zeit erforderlich iſt, d. h. wobei ſie eben verſtreicht. Die Linie, welche der Körper bei ſeiner Bewegung beſchreibt, nennt man den zu durchlaufenden oder durchlaufenen Weg und man beſtimmt die Länge des Weges nach den uns ſchon bekannten Längenmaaßen: Linien, Zollen, Fußen, Ruthen, Meilen. Die Meile hat 2000 Ruthen, die Ruthe 12 Fuß, der Fuß 12 Zoll, der Zoll 12 Linien. Die Zeit, die ein Körper braucht, um von einem Punkte auf den andern zu kommen, wird die Dauer der Bewegung genannt, und die Zeitmaaße ſind Sekunden, Minuten, Stunden, Tage, Wochen, Monate, Jahre u. ſ. w. Bei der Kreisbewegung nennt man die Zeit der Bewegung die Umlaufszeit, auch die Umſchwungszeit oder Umlaufsperiode.

5) Das Verhältniß des Raumes, den ein Körper durchläuft, und der Zeit, die er dazu braucht, nennt man die Geſchwindigkeit der Bewegung, die wir nach niedern oder hohen Graden beſtimmen. Niedrige Grade von Geſchwindigkeit zeigt die Bewegung der Schnecke, mancher Raupen und Käfer, eines beladenen Laſtwagens; höhere Grade von Geſchwindigkeit hat die Bewegung eines Eilwagens, eines Dampfwagens, oder Dampfſchiffes, eines Rennpferdes u. ſ. w. Beiſpiele von ſehr hohem Grade von Geſchwindigkeit kennt man viele. Ein engl. Reitpferd legt in 4 Minuten 1 Meile zurück; ein Adler in 16 Stunden 128 Meilen, eine Eidergans ſoll in 1 Stunde 90 Meilen fliegen (?); eine Kanonenkugel geht in 1 Sekunde 10 — 1200 Fuß weit; der Wind legt in 1 Sekunde 20, 40, 60, 120 — 150 F., der Schall in 1 Sekunde 1040 Fuß, das Licht in 1 Sekunde 41,000 Meilen zurück; alſo iſt das Licht noch 40mal ſchneller als der Schall, daher iſt ein Gewitter uns um ſo näher, je ſchneller dem Blitze der Donner folgt. Wir bezeichnen im gemeinen Leben niedere Grade von Geſchwindigkeit als langſame und träge, hohe Grade von Geſchwindigkeit als ſchnelle, geſchwinde, raſche, flüchtige Bewegung. Die Bewegung kann in Rückſicht auf die Geſchwindigkeit bei einem und demſelben Körper gleichförmig d. h. ſtets dieſelbe ſein, wie die Bewegung der Planeten, oder ungleichförmig d. h. bald ſchneller bald langſamer, wie das bei allen Menſchen, bei Fuhrwerken, Schiffen, bei der Bewegung der Thiere, der Luft u. ſ. w. der Fall iſt; auch iſt die Geſchwindigkeit beſchleunigt oder verzögert, welches beides wieder gleichförmig oder ungleichförmig ſein kann. Bei zwei verſchiedenen Körpern iſt die Geſchwindigkeit der Bewegung gleich oder

ungleich, jenachdem ſie in gleicher Zeit gleiche Räume oder nicht zurücklegen.

b) Der Bewegung der Körper wirken mancherlei Hinderniſſe entgegen und erzeugen bald ungleichmäßige, verzögerte, rückgängige Bewegung oder wohl gar Ruhe. Die hauptſächlichſten Hinderniſſe der Bewegung ſind die Reibung, der ſenkrechte Druck (Schwere), der Widerſtand des Mittels, alſo etwa der Luft und des Waſſers, die Steifheit der Stricke und andere Dinge. Manche dieſer Hinderniſſe laſſen ſich vermindern, ſie ſind aber an ſich durchaus nothwendig. So vermindert man die Reibung durch Glätten und Poliren oder Einſchmieren mit Oel, Fett, Theer; aber die Reibung iſt wieder ſehr vortheilhaft z. B. beim Hemmen der Wagen- oder Maſchinenräder, beim Violinbogen, beim Anfaſſen der Körper, ſelbſt beim Gehen. Widerſtand des Mittels findet ſtatt beim Bewegen in der Luft oder im Waſſer; deswegen ſind die Schiffe an der Vorderſeite zugeſpitzt; der Widerſtand iſt aber nothwendig beim Fliegen der Vögel und der Inſekten, beim Rudern oder Schwimmen ſowie bei der Bewegung der Fiſche.

Da die Geſetze der Ruhe und Bewegung bei den verſchiedenen Körpermaſſen ſich einigermaßen anders zeigen, und auch die Erſcheinungen von den beſondern Eigenthümlichkeiten der feſten, flüſſigen und luftförmigen Materien ſich verſchieden darſtellen, ſo ſoll dies an den feſten, flüſſigen und luftförmigen Körpermaſſen nach einander näher betrachtet werden.

Dritter Abſchnitt.

Von den feſten Körpern.

1) Zuſtand der feſten Körper und Hauptarten derſelben.

Die feſten Körpermaſſen ſtellen ſich durch größere Dichtigkeit und den ſtärkeren Zuſammenhang als das Fundament und den Träger des flüſſigen und luftigen Elements dar. An ihm prägen ſich die bleibenden Formen aus und ſeine Starrheit iſt die Grundbedingung für das organiſche Beſtehen. Es iſt klar, daß die allgemeinen Haupteigenſchaften den feſten Körpern ohne Unterſchied zukommen, ja wir betrachten das handfeſte und ſtandhafte Element im gewöhnlichen Leben als das eigentliche Körperliche, weil es den Hauptbeſtandtheil der meiſten für ſich beſtehenden Körper ausmacht. Iſt ihre Körperlichkeit ſchon ſo begründet, ſo laſſen ſich alle allgemeinen Eigenſchaften leicht nachweiſen, wenn die früheren Betrachtungen zu Hilfe genommen werden. Als feſte Körper ſind, wie ebenfalls erinnerlich iſt

natürlich diejenigen Maſſen anzuſehen, deren Theile nicht ohne eine größere Kraftanſtrengung getrennt werden können, alſo Steine, Holz, Papier u. a. Sollen wir ſie nach ihren Arten unterſcheiden, ſo gehören zu ihnen 1) die Fundament-Beſtandtheile der meiſten Himmelskörper, die Grundſtoffe unſeres Erdkörpers und alles, was daraus gebildet iſt. Die Hauptklaſſe der letzteren ſind 1) die Minerale als Erdarten, Steinarten, Metallarten, brennbare Steinarten, Salz, Zucker u. ſ. f. 2) Die ſteifen Theile der Pflanzen von den feinſten Faſerſtoffen bis zu den härteſten Holzmaſſen. 3) Die ſtarren Beſtandtheile der thieriſchen Körper ebenfalls von den feinſten Nervenfäden bis zu den gedrungenen Fleiſchmuskeln und Sehnen und zu den härteſten Knochen. Feſte Körper ſind auch Eis, erhärtetes Wachs, Schmalz, Talg u. ſ. f., ſowie natürlich alle aus Mineralien und feſten Pflanzen- und Thierſtoffen gefertigten Kunſt- und Induſtrie-Gegenſtände als Glas, Porzellain, Siegellack, alle Zeuge, Papier und ihre Theile als Fäden, Spähne u. ſ. f. Welche große Menge von Unterarten der genannten Dinge exiſtiren, braucht hier nicht weiter nachgewieſen zu werden; man vergegenwärtige ſich nur einmal alle Pflanzenſämereien, die verſchiedenen Hölzer, die verſchiedenen Metalle, die verſchiedenen Zeugarten u. dgl.

2) Verhalten der feſten Körper im Zuſtande der Ruhe.

Im Zuſtand der Ruhe ſind diejenigen Körper, welche auf einem Punkte ihrer Unterſtützungsfläche beharren; überall behaupten ſie eine liegende oder aufrechte Stellung. Die Urſache der Ruhe liegt in zwei entgegengeſetzt wirkenden Kräften nämlich in der Wirkung des ſenkrechten Druckes und in der, der Schwere entgegentretenden Unterſtützung, daher nennt man die Ruhe der Körper auch das Gleichgewicht; wo das Gleichgewicht aufgehoben wird, iſt Bewegung. Sowohl die liegende oder aufrechte Stellung als auch überhaupt die Bewirkung des Gleichgewichts zweier auf einen Körper wirkenden Kräfte ſind von beſtimmten Naturgeſetzen abhängig.

Es ſteht zuerſt feſt: ein Körper ruht jederzeit auf einer beſtimmten Unterlage, d. h. auf einem Unterſtützungspunkte oder einer Unterſtützungsfläche. Die dabei hauptſächlich wirkende Kraft iſt die eigene Schwerkraft des ruhenden Körpers. Es iſt aber, was ſchon früher angedeutet wurde, in jedem Körper ein Punkt, nach welchem ſich die Schwere aller ſeiner Theile hinzurichten ſcheint und dieſer heißt der Schwerpunkt. Mit der Aenderung der Lage eines Körpers ändert ſich der Schwerpunkt, nur bei der Kugel, dem Würfel, der ſenkrechten Walze liegt er ſtets in dem Mittelpunkte, was alſo auch bei unſerer Erde ſowie bei allen Himmelskörpern der Fall ſein muß; beim ſenkrechten Kegel und der ſenkrechten Pyramide liegt er

näher an der Grundfläche, bei der Scheibe liegt er ſtets im Mittelpunkte, auch beim Ringe liegt er außerhalb der Maſſe im Centrum des Ringes, bei unregelmäßigen Körpern iſt er ſchwer zu beſtimmen; bei allen Körpern aber liegt er über, in, oder unter dem Ruhepunkte. Je größer nun die Unterſtützungsfläche iſt und je näher der Schwerpunkt an der Grundfläche liegt, deſto ſicherer ruht ein Körper. Bei Tiſchen, Stühlen und anderen dergleichen Gegenſtänden giebt der Abſtand der Beine die Unterſtützungsfläche an und je weiter entfernt ſie unter einander ſind, deſto ſicherer ſteht der Gegenſtand. Die Unterſtützung des Schwerpunktes nun iſt die Bedingung des Stehens der Körper und es gilt das Geſetz: wenn die ſenkrechte Linie vom Schwerpunkte s aus noch innerhalb der (**Fig. 3.**) Grundfläche des Körpers trifft, ſo ſteht der Körper, fällt ſie außerhalb der Grundfläche (**Fig. 4.**), ſo ſtürzt er auf die Seite, wohin die Linie trifft. Bei Wagen und Schiffen ladet man die ſchweren Gegenſtände oder den Ballaſt in die untern Räume; Wagen werfen leicht um, wenn ſie hoch geladen ſind, oder ſchief gehen. Alle hohen Gegenſtände bedürfen eine breite Grundfläche. Beim Gehen und Stehen des Menſchen fällt der Schwerpunkt ungefähr in die Mitte des Körpers, anders beim Sitzen, beim Liegen; beim Treppen- und Bergeſteigen neigen wir uns vorwärts, beim Herabgehen rückwärts; corpulente Perſonen gehen etwas zurückgebogen; wer eine Laſt hebt, neigt ſich zurück, wer ſie auf dem Rücken trägt, neigt ſich nach vorn. Das Stelzenlaufen, Seiltanzen, Balanciren der Gegenſtände beruht auf der geſchickten Unterſtützung des Schwerpunktes; es iſt ſchwer auf einer liegenden Flaſche frei zu ſitzen, unmöglich, hart an der Wand auf einem Beine zu ſtehen, oder mit dem Rücken und den Ferſen an eine Wand geſtellt etwas vor uns liegendes aufzuheben, ohne zu fallen. — Bei unegaler Maſſe eines Körpers befindet ſich der Schwerpunkt in der ſchwereren Maſſe; Aufſtehmännchen, Aufſtehgläſer, falſche Würfel beſtehen aus leichtern und ſchwerern Theilen; auch die Form iſt demnach eingerichtet, daß das Aufküppen leicht möglich wird. Hängende Gegenſtände ſind oberhalb ihres Schwerpunktes unterſtützt und liegt der Schwerpunkt ſolcher Körper ſtets genau ſenkrecht unter dem Aufhängepunkte. Es muß noch bemerkt werden, daß der ruhende oder bewegte Körper jedesmal als Laſt anzuſehen iſt und daß die Laſt ſeiner Maſſe gegen die Unterſtützung drückt, oder jeder auf ihn wirkenden Kraft widerſteht. Wenn daher das Gleichgewicht in einem ruhenden Körper aufgehoben oder in einem bewegten hergeſtellt werden ſoll, ſo muß die gegen ihn wirkende Kraft eben ſo groß oder größer ſein, als das Gewicht ſeiner Maſſe. Dieſe gegen ihn wirkende Kraft iſt zugleich eine ſtoßende oder drückende, oder hebende oder zie-

hende, d. h. eine Stoß-, Druck-, Hebe-, Ziehkraft u. ſ. w. Zur Hervorbringung und Erzeugung ſolcher Kraftentwickelung dienen im Allgemeinen die Maſchinen, die im praktiſchen, beſonders im gewerblichen Leben eine ſo außerordentlich hohe Bedeutung haben, weshalb wir der Betrachtung derſelben hier ein beſonderes Capitel widmen wollen.

3) Von den Maſchinen.

Die feſten Körper als die Maſſen, bei deren Handhabung oder Bearbeitung wir bald ihre Schwerkraft, bald ihren Zuſammenhang, bald andere in ihnen wirkende Kräfte zu überwinden haben, überragen beinahe in den meiſten Fällen unſere Kraftwirkung. Dabei ſind ſie dann nicht allein für uns Handhabungs-Objekte, ſondern wir brauchen ſie ſelbſt als Handhabungs-Mittel oder als Handhabungs-Vorrichtungen. Alle nur denkbaren Vorrichtungen machen das Gebiet der Mechanik (Vorrichtungskunſt) aus und die Vorrichtungen ſelbſt ſind eben die Maſchinen, oder auch Mechanismen.

Die Vorrichtungen oder Maſchinen ſind entweder einfache oder zuſammengeſetzte; die Zahl der letzteren geht ins Unendliche und ihre weitere Betrachtung gehört der eigentlichen Maſchinenkunde; hier kann nur von den einfachen die Rede ſein. Die Maſchinen haben bei ihrer Anwendung die Beſtimmung, daß geringere Kraftanwendung größeren Laſten widerſteht, oder ſie überwältigt. Man ſpricht deshalb von mechaniſchem Vortheil, der gewöhnlich in der Erſparung von Kraft liegt; aber häufig entſteht bei Krafterſparung ein Zeitverluſt, was man dann den mechaniſchen Nachtheil nennt.

Die einfachen Maſchinen ſind: 1) der Hebel; 2) die Rolle; 3) das Rad an der Welle; 4) die ſchiefe Ebene; 5) der Keil; 6) die Schraube. Die Rolle und das Rad an der Welle ſind modifizirte Hebel; der Keil und die Schraube modifizirte ſchiefe Ebenen.

1) Der Hebel oder die Hebe-Vorrichtung. Jeder unbiegſame Stab oder jeder feſte Körper, durch den ich eine Laſt oder einen Widerſtand bezwinge, iſt ein Hebe-Inſtrument oder ein Hebel. An ihm laſſen ſich 3 Punkte unterſcheiden: der Unterſtützungs- oder Drehpunkt, der Angriffspunkt der Laſt und der Angriffspunkt der Kraft. Der erſtere und letztere fallen häufig zuſammen. Die Menge der von uns gebrauchten Inſtrumente dieſer Art iſt groß; denn unſere Gabeln, Meſſer, Löffel, Wagen, Ruderſtangen, die Schreibfeder, unſere Finger, Hände, Arme, Füße ſind Hebe-Inſtrumente. Man unterſcheidet 3 Arten von Hebeln; a) die Hebel erſter Art (**Fig. 5.**) können einarmig und zweiarmig ſein; ſie haben, wenn ſie zweiarmig ſind, den Unterſtützungspunkt u in der Mitte, Kraft und

Laſtpunkt zu beiden Seiten; dahin gehört die Kaufmannswage, die Ruderſtange, das Schaukelbrett, der Hebebaum, die Klaviertaſten, die Zange, die Scheere. Einarmige Hebel erſter Art ſind unſere Finger, Arme, Löffel, Gabeln. In ihnen liegen Unterſtützungspunkt und Angriffspunkt der Kraft an dem einen Ende, ſo beim Arme in der Achſel, beim Finger im Anwuchſe, bei der Gabel, beim Löffel im Angriffspunkte. Die Laſt bilden beim Löffel die Suppe, bei der Gabel das Fleiſch, bei der Scheere der Zuſammenhang des zuſchneidenden Gegenſtandes; bei der Wage bilden beliebig die Gewichte die Kraft; Waare iſt Laſt oder umgekehrt. Als Hebel erſter Art mit der Unterſtützung in der Mitte ſind auch die Winkelhebel bei Klingelſchnüren, Thürklinken, der Hammer beim Ausziehen von Nägeln, der Ausziehhaken der Zähne anzuſehen. b) die Hebel der zweiten Art (**Fig. 6.**) haben die Laſt in der Mitte, Kraft und Unterſtützung zu beiden Seiten. Schubkarren, zweiräderige Wagen, Nußknacker, Thüren in der Angel, ſchwebende Brücken, Hebeſtangen zum Fortrücken von Gegenſtänden, Schlüſſel und Bohrer, welche zuſammengeſetzte Hebel ſind, gehören zu dieſer zweiten Klaſſe; auch zwei Menſchen, die eine Laſt an einer Stange oder einen zweihänklichen Zuber tragen, bilden eine hierher gehörige Hebevorrichtung. Von zwei Menſchen, die eine Laſt an einer Stange tragen, trägt derjenige mehr, dem die Laſt näher iſt, und der weniger, der am längern Ende trägt. — c) Die Hebel der dritten Art (**Fig. 7.**) haben die Kraft in der Mitte und dienen dazu, eine ſchnelle Bewegung hervorzubringen. Solche Hebel ſind Schreib- und Reißfedern, Bleiſtifte, Pinſel, Senſen, Rechen, Feuerzangen, Schafſcheeren, ebenſo die Glieder des thieriſchen und menſchlichen Körpers beim Kratzen, Scharren, Gehen. Bei den Hebeln dieſer Art findet eine große Verſchiedenheit von Wirkungen ſtatt.

Die Hebel ſind von ungeheuerer Wichtigkeit, denn ſie erſparen großen Kraftaufwand; es gilt als Geſetz für das Gleichgewicht derſelben: Kraft und Laſt müſſen ſich umgekehrt verhalten wie ihre Entfernungen vom Unterſtützungspunkte d. h. geringere Kraft hebt eine umſo größere Laſt, wenn dieſe nahe am Unterſtützungspunkte liegt und jene einen langen Angriffsarm hat; man vergleiche eine Blech- und eine Papierſcheere. Als Laſt gilt bei den Hebeln ſehr verſchiedentliches, ebenſo als Kraft. Laſt kann wirkliche Laſt, Zuſammenhang, Elaſtizität, Reibung u. ſ. w. ſein, Kraft iſt entweder Drücken, Ziehen, Stoßen u. ſ. w. Mittelſt der Hebel, erklärte ſchon ein Naturforſcher des Alterthums, Archimedes, könnte man die Erde aus ihren Angeln ſtoßen, wenn man außerhalb derſelben einen Unterſtützungspunkt hätte.

2) Die Rolle iſt eine runde Scheibe aus Horn, Holz, Metall,

Pappe mit rinnenförmigem Rande, worin das Seil, der Strick, die Schnur, der Faden, der Riemen laufen kann. An beiden Enden der Schnur wirken Kraft und Laſt. Iſt die Schnur an ihrem Mittelpunkte befeſtigt, doch ſo, daß ſie ſich mit Leichtigkeit um den Mittelpunkt dreht, ſo heißt ſie eine *feſte Rolle* (**Fig. 8a.**) und wird auch als ſolche *Richtungsrolle* genannt, weil ſie in jeder beliebigen Richtung den Strick fortleitet. Eine Rolle dagegen, die in einem Seile hängt und darin läuft, heißt eine *bewegliche Rolle*; (**Fig. 8b.**) ſie kann nur auf- und abwärts laufen, wenn die Kraft anzieht oder nachläßt; auch hängt hier die Laſt nicht wie bei der feſten Rolle an einem Ende des Seiles, ſondern hängt unter der Rolle und iſt an ihrem Centrum befeſtigt, während das eine Ende des Strickes ebenfalls befeſtigt iſt. Die feſte Rolle iſt ein zwei- und gleicharmiger Hebel der erſten Art, die bewegliche iſt ein einarmiger der zweiten Art. Wie iſt dies denkbar? Wichtige aus Rollen zuſammengeſetzte Maſchinen ſind die ſogenannten *Flaſchenzüge*, der einfache (**Fig. 9.**) wo die Rollen in zwei Gehäuſen über einander laufen und der Potenzflaſchenzug (**Fig. 10.**), wo die Rollen neben einander liegen und mit Ausnahme der erſten alle beweglich ſind. Die Laſt l kann um ſo ſchwerer ſein, jemehr Rollen ſind, da die Laſt ſtets auf alle Rollen ſich fortgepflanzt und auf die Angriffspunkte des Seiles an jeder Rolle zur Hälfte vertheilt iſt. Eine Kraft von 100 Pfd. hält bei 6 Rollen einer Laſt von 12,800 Pfd. das Gleichgewicht.

3) *Das Rad an der Welle.* Denkt man ſich eine längere Walze oder Welle durch den Mittelpunkt einer Rolle, oder, was vergrößert daſſelbe iſt, eines Rades, ſo iſt dieſe Maſchine ein *Rad an der Welle* (**Fig. 11.**); über die Welle läuft das Seil, das oft ein Seil ohne Ende iſt; das Rad ſelbſt kann ein Speichen- oder Sproſſenrad oder eine Kurbel ſein, wie die Räder an Brunnen, an Schleifwerken; bald windet ſich das Seil um, bald läuft es blos über die Welle und das Rad muß ſich ſo ſchnell als die Welle ſelbſt drehen. Liegt die Welle horizontal, ſo heißt ſie eine *Haspel*, ſteht ſie ſenkrecht, ſo heißt ſie eine *Erdwinde*; die Räder ſelbſt können noch Zähne, Griffe, Triebſtöcke haben. Sehr wichtige auf dem Rade an der Welle beruhende Maſchinen ſind die zuſammengeſetzten Räderwerke in Uhren, Mühlen, Maſchinenwerken, bei Schleifereien, Spinnrädern, Drechſelbänken, auch beim Krahn u. a. Mechanismen. Durch eine Verbindung von Rädern in der Weiſe (**Fig. 12.**) daß ein größeres und ein kleineres Rad feſtverbunden an einander gereiht werden, wobei das größere immer in das nachfolgende kleinere greift, ſteigt die Schnelligkeit der Bewegung bis ins Unglaubliche; haben nämlich die kleinern Räder 1 Zoll oder Fuß, die größern 10 Zoll Fuß oder Durchmeſſer, ſo ſteigt die Geſchwindigkeit in der Zahlen-

reihe von 1, 10, 100, 1000 u. ſ. f. d. h. wenn das erſte Rad einmal ſich umgeſchwungen hat, geht das zweite ſchon 10 mal, das dritte ſchon 100 mal, des ſiebente ſchon eine Million mal herum; welch eine Schnelligkeit! — Zur Bewegung mancher Räder wendet man die Kurbeln (krumme und gerade) an oder die Räder werden durch Treten bewegt (Treträder), oder ſie enthalten Schaufeln, wie bei Waſſerwerken, oder Flügel, wie bei den Windmühlen u. ſ. w.

4) Die ſchiefe Ebene. Jede nach einer Seite geſenkte ebene Fläche (**Fig. 13.**) iſt eine ſchiefe Ebene, die ſich der horizontalen oder ſenkrechten Lage mehr nähren kann. Schiefe Ebenen ſind Berglehnen, Dächer, Wehre, Platten der Schreib- und Notenpulte. Die ſchiefen Ebenen wendet man an zur Ableitung des Waſſers, ferner als Aufgänge zu Baugerüſten; Treppen und Leitern werden ſchief angelegt. Straßen über ſteile Berge legt man ſchräg an den Lehnen entlang, oder führt ſie in Schlangen- und Schneckenwindungen. Beſonders wichtig iſt die Anwendung der ſchiefen Ebene beim Aufwärts- und Abwärts-Bewegen ſolcher Körper, welche in ſenkrechter Richtung ſchwer oder gar nicht zu regieren ſind; die Gegenſtände werden gezogen, geſchoben, gerollt, oder geſchleift, beſonders geſchieht dieß mit Fäſſern und Kiſten beim Beladen der Frachtwagen, wobei man eine Balkenleiter als ſchiefe Ebene anlegt. Für die Bewegung der Körper auf ſchiefen Ebenen gilt als Geſetz: Zur Fortbewegung der Körper auf der ſchiefen Ebene iſt umſo weniger Kraft erforderlich, jemehr die Ebene der horizontalen Lage ſich nähert, und umgekehrt iſt umſo größerer Kraftaufwand nöthig, jemehr die Ebene der ſenkrechten Lage ſich nähert. Im erſtern Falle muß natürlich die Ebene bedeutend länger als im letztern ſein. Die ſchiefe Ebene erleichtert alſo in hohem Grade die Fortbewegung der Körper. Flüſſige Körper rollen auf jeder ſchiefen Ebene abwärts, feſte liegen unter Umſtänden auf derſelben feſt. Beim Aufhäufen von lockern Stoffen wie Getreide, Mehl, trockenem Schutte, Sande, Acker bilden ſich ſtets die Seitenflächen zu ſchiefen Ebenen von einem halben rechten Winkel. Bei Berg- und Hügelrändern waltet daſſelbe Geſetz ob, wo nicht die Bodenmaſſen durch das Geſtein gehalten werden. Bei Dämmen und Schanzen wird der Schutt durch dieſe Umſtände und theilweiſe durch eine ſchiefe Raſenmauer, die dann verwurzelt, zuſammengehalten.

5) Der Keil iſt ein Körper, der nach dem einen Ende in eine Schneide oder Spitze ausläuft; man unterſcheidet am (**Fig. 14.**) Keile den Rücken oder Nacken, ſeine Breite und Höhe oder den Abſtand des Nackens von der Schneide. Er iſt eigentlich zuſammengeſetzt aus ſchiefen Seitenflächen und dient ebenſo gut zum Auseinanderſpalten als zum Feſtſtellen, ſelbſt zum Preſſen der Körper.

Jedes Meſſer, Scheerblatt, Beil, Schwerdt, Pflugſchar, der Meißel, die Zähne, der Keil zum Holzſpalten, Senſen, Sicheln, u. ſ. f. ſind Keile mit einer Schneide; Nägel, Bohrer, Nadeln, Stifte, Pflöcke, Gabeln u. a. ſind Keile mit Spitzen. Bei einigen Keil-Körpern hat die Schneide, bei andern die Breite des Nackens mehr Wichtigkeit. Die Kraft (Schlag, Druck, Stoß) wirkt ſtets auf den Rücken und zwar direct wie bei der Nadel, beim Holzkeile oder hebelartig wie beim Meſſer, Beile, bei Senſen, und die Schneide oder Spitze überwindet den Widerſtand oder die Laſt d. h. größtentheils den Zuſammenhang der Körper um ſo ſchneller, je breiter der Nacken des Keiles iſt, und je ſtärker die Kraft wirkt.

b) Die **Schraube** iſt eine Walze mit ſpiralförmig um ihre Oberfläche laufenden Einſchnitten. (**Fig. 15.**) Der Hauptkörper heißt die Schraubenſpindel, der Einſchnitt der Schraubengang. Die Schraube läuft meiſt in einem Gehäuſe — die Schraubenmutter genannt —, welche beweglich oder feſt iſt; im erſten Falle läuft die Schraubenmutter an der Schraubenſpindel im letztern bewegt ſich die Schraubenſpindel in jener auf und ab oder hin und wieder. Das obere Ende der Schraubenſpindel heißt der Kopf oder Kamm derſelben und iſt dieſer zugleich der Angriffspunkt der wirkenden Kraft, die durch den Schraubenzieher und Schraubenſchwengel ausgeübt wird. Die Schraube dient zum Feſtſtellen, Anſchieben, Verbinden der Gegenſtände oder ihrer Theile und zum Preſſen, und die Laſt iſt bald an der Spitze, bald auf dem Kopfe der Schraube, ebenſo wirkt die Kraft auf den Kopf oder an der Schraubenmutter; das letztere geſchieht bei der Weinpreſſe, Buchbinderpreſſe, das erſtere bei der Siegel-, Münz-, Wachspreſſe, beim Schraubeſtocke, bei jeder gewöhnlichen Schraube. Schrauben mit ſehr weitläufigem und ſehr ſchrägem Gewinde erzeugen eine ſehr ſchnelle Bewegung der Schraube, dagegen ſteht eine Schraube mit engem aber tiefem Gewinde um ſo feſter.

Dieß ſind die einfachen Vorrichtungen, die wir zur Handhabung der Körper ſo oft anwenden und die uns in den Stand ſetzen, mit geringer Kraft große Laſten fortzubewegen. Durch die Maſchine bewegt ein Kind eine größere Laſt, als ein Mann ohne die Maſchine; man denke an den Hebel, an die Winde; außerordentliche Grade von Schnelligkeit erlangt oft ein bewegter Körper durch die Maſchine. Zugleich ſind nun die genannten 6 einfachen Maſchinen die Elemente der zuſammengeſetzten.

Von den zuſammengeſetzten Maſchinen ſind einige weniger, andere mehr complicirt. Faſt überall kommt es darauf an, verſchiedene und zwar geradlinigte oder runde oder hin- und hergehende, auf- und abſteigende Bewegungen hervorzurufen und die Kraft des gan-

zen Getriebes zu beſtimmten Zwecken zu nützen. Wir machen nur noch einige der wichtigſten Vorrichtungen namhaft. Man unterſcheidet Maſchinen-Vorrichtungen zur Fortleitung der Bewegung; dahin gehören das Seil oder die Schnur (**Fig. 16.**) ohne Ende, die über verſchiedene Räder oder Wellen geht und offen oder gekreuzt ſein kann, wie es bei Spinnrädern, Schleifmühlen u. a. der Fall iſt. Noch mehr und ſtärker wird die Bewegung fortgeleitet durch alle Arten der gezahnten und genarbten (**Fig. 17.**) Räder durch Triebſtöcke an Wellen, durch die Schraube ohne Ende, (**Fig. 18.**) die ein kurzes Gewinde hat, in das ein Zahnrad eingreift; gezahnte Räder und Triebſtöcke kommen vorzüglich in Uhren und in Mühlen vor. Eine zweite Gattung zuſammengeſetzter Maſchinen dient zur Erzeugung von abgebrochener Bewegung oder zur Umwandlung einer Radbewegung in eine hin- und hergehende oder umgekehrt. Abgebrochene Bewegung erzeugen halbgezahnte Räder oder halbgezahnte Wellen, vorzüglich die Daum- oder Zapfenwelle, (**Fig. 19.**) die in Stampfenwerken, wie in Oel- und Lohmühlen, und in Eiſenhämmern, Pochwerken, Papierfabriken die Hämmer und Stampfen der Reihe nach in abgebrochene Bewegung ſetzt. Eine Umwandlung der Bewegung bringt die Kurbel mit der Leitſtange wie z. B. die Vorrichtung an den Sägen der Brettſchneidemühle iſt, hervor. Eine ſtoßweiſe erfolgende Fortbewegung veranlaſſen Sperr-Räder d. i. gezahnte Räder, in welche eine Krücke oder (**Fig. 20.**) ein Stangenhaken eingreift, wie es bei der Bewegung des Klotzwagens in Sägemühlen geſchieht. Außer dieſen Vorrichtungen ſind noch ſolche, welche die Bewegung reguliren, wie Flug- und Schwungräder, Gewichte an Schnüren, federnde Balken, Stangen, Stahlfedern, endlich ſolche Vorrichtungen, welche die Bewegung mindern oder die Maſchinen anhalten, wozu die Stützen, Stellfallen, Ventile, Hemmſchuhe, Bremſen, Vorfallſchützen u. dgl. gehören. — Die aus allen dergleichen Vorrichtungen zuſammengeſetzten Maſchinen ſind Uhrwerke, Mahlwerke, Spinnrädchen oder Spinnmaſchinen, Dampfmaſchinen, Druckermaſchinen für Kattun-, Buchſtaben-, Bilderdruck; Preßmaſchinen für Metall- und Münzpreſſung, oder für Preſſung von Zucker, Oel, Wachs u. ſ. w.

4) Von den wichtigſten Bewegungsarten der feſten ſowohl, als der übrigen Körper.

Sobald die Körper ihre Unterſtützung oder ihr Gleichgewicht verlieren, oder ſobald ſie durch eine Kraft fortgetrieben werden, ſo bewegen ſich dieſelben auf irgend eine den wirkenden Kräften ent-

ſprechende Art. Die Hauptarten ſind folgende: die Fallbewegung, die Wurfbewegung, die Kreisbewegung.

1) Die Fallbewegung. Jeder in einer beliebigen Höhe über der Erdoberfläche losgelaſſene Körper bewegt ſich in ſenkrechter Richtung zur Erde d. h. er fällt. Dieſe Erſcheinung iſt eine Folge der Erdanziehung und der Körperanziehung oder des ſenkrechten Druckes. Fallen die Körper in der Luft, ſo leiſtet dieſelbe ihnen einen gewiſſen Widerſtand und leichte Körper wie Papier, Federn fallen nicht ſenkrecht, ſondern ſchweben hin und her, aber ſinken doch allmählig zu Boden; im luftleeren Raume fallen auch dieſe Körper ſenkrecht. Der Fall der Körper iſt eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung d. h. die Geſchwindigkeit der Fallbewegung nimmt in jedem Augenblicke zu, weil die Anziehung der Erde nicht aufhört zu wirken und daher in jedem Augenblicke mit neuer Kraft den Körper forttreibt. Ueber die Geſchwindigkeit der Fallbewegung gelten daher folgende Geſetze:

Erſtes Geſetz: Der Körper fällt ſtets

in der 1ſten Secunde	1. 15 =	15	Fuß	
" " 2ten "	3. 15 =	45	"	(Fig. 21 a.)
" " 3ten "	5. 15 =	75	"	
" " 4ten "	7. 15 =	105	"	
" " 5ten "	9. 16 =	135	"	u. ſ. w.

Zweites Geſetz: Der Körper fällt

in einer Secunde	1. 15 =	15	Fuß	
in zwei Secunden	4. 15 =	60	"	(Fig. 21 b.)
in drei "	9. 15 =	135	"	
in vier "	16. 15 =	240	"	
in fünf "	25. 15 =	375	"	u. ſ. w.

In Worten heißt das erſte Geſetz: die Geſchwindigkeit und die Fallräume in jeder Secunde nehmen zu wie die ungeraden Zahlen 1,3, 5, 7, 9 u. ſ. f.,(die alſo für jede Secunde mit 15 zu multipliciren ſind); dagegen heißt das zweite Geſetzt: die Räume der geſammten Fallzeiten nehmen zu wie die Quadratzahlen 1, 4, 9, 16, 25, 36 u. ſ. f. (die alſo wieder mit 15 zu multipliciren ſind).

Einige Unterarten der Fallbewegung ſind das Abwärtsbewegen der Körper auf ſchiefen Ebenen ſowie der Zuſammenſturz und der Umſturz aufrechtſtehender Körper. Ueber das Fallen auf der ſchiefen Ebene wiſſen wir ſchon, daß der Körper um ſo ſchneller abwärts gleiten wird, je mehr die Ebene ſich der ſenkrechten nähert. Das Fließen des Waſſers in Flüſſen iſt nichts anderes als die Fallbewegung auf der ſchiefen Ebene; daher fließt es im Gebirge ſehr raſch d. h. es hat ſtarken Fall; in der Ebene fließen die Flüſſe langſamer; das Bett eines Fluſſes braucht, damit das Waſſer fließe, nur 10 Fuß Senkung auf die Meile. Bei feſten Körpern hat die Geſtalt

viel Einfluß auf das Fallen auf ſchiefen Ebenen; Kugeln, Walzen fallen oder rollen leicht und ſchnell; auch die Glattheit der Fläche ſowohl als der Körper fördert die Schnelligkeit. Das Zuſammenſtürzen der Gegenſtände iſt nicht verſchieden vom gewöhnlichen Fall, da hier die ſich ſtützenden Theile nachgeben, wenn die obere Laſt zu ſtark, die Grundlage zu ſchwach iſt. Da der Druck mancher Laſten nach der Seite geht, ſo iſt eine Stützung in den ſchiefen Seitenrichtungen nothwendig; dieß iſt bei allen Gewölben der Fall und iſt Urſache, daß man Strebepfeiler an hohen Gebäuden mit Gewölben anbringt; das Gewölbe kann alsdann nicht in ſich ſelbſt zuſammenſtürzen, wenn es nicht die Seitenwände auseinander ſtößt. Beim Umſturze aufrechtſtehender Körper, wo der Schwerpunkt nicht mehr unterſtützt iſt, hat die Fallbewegung viel Eigenthümliches; es iſt hier kein ſenkrechtes Fallen, ſondern alle Theile des Körpers (**Fig. 23.**) beſchreiben eine Bogenlinie; dabei bewegen ſich diejenigen Theile am ſchnellſten, die am weiteſten von der Grundfläche entfernt ſind; man denke an einen gefällten Baum, an einen fallenden Wagen und dgl. Alle fallenden Körper kommen übrigens in Folge der Schwere mit einem gelinderen oder ſtärkeren Stoße und einer gewiſſen Wucht zu Boden, daher oft die bedeutenden Zerſtörungen an den Körpern ſelbſt oder an andern Gegenſtänden.

2) Die Wurfbewegung. Wenn ich (**Fig. 24.**) durch irgend eine Kraft einen Körper in freier Luft forttreibe, ſo entſteht die Wurfbewegung. Ein Körper kann geworfen werden durch meine Hand, durch einen Stoß oder Schlag, durch Ausdehnung der Luft (beim Schießen), der Dämpfe, durch Schleudern, durch Elaſtizität u. ſ. w. — Die Richtung, nach welcher die Wurfkraft den Körper treibt, kann ſein: ſenkrecht aufwärts von a nach b, ſenkrecht abwärts von a nach f, horizontal von a nach c, ſchief aufwärts und ſchief abwärts von a nach d und e. Die außer der Wurfkraft auf den geworfenen Körper unausgeſetzt wirkenden Kräfte ſind die eigene Schwere d. h. der ſenkrechte Druck und der Widerſtand der Luft. Auf der Stärke, der Wirkſamkeit aller Kräfte, beruht die Wurfgeſchwindigkeit und die Geſtalt der Wurflinie. Das Wichtigſte hierüber iſt folgendes. Ein ſenkrecht aufwärts geworfener Körper hat eine gleichförmig verzögerte Bewegung und geht auf dem Höhepunkte unmittelbar in die Fallbewegung über. Ein ſenkrecht abwärts geworfener Körper verhält ſich wie ein Körper, der ſchon von einer gewiſſen Höhe herabfällt uud deſſen Schwerkraft durch die Wurfkraft verſtärkt wird. Sehr wichtig iſt der horizontale und der ſchiefe Wurf. Da nämlich die Schwere auf die ſo geworfenen Körper ſenkrecht, der Wurfkraft alſo entgegenwirkt, ſo iſt die Bewegung in dieſen Fällen eine zuſammengeſetzte; der Körper folgt nämlich keiner Kraft ausſchließlich, ſondern

geht einen Mittelweg; dieß iſt aber eine Bogenlinie. So geht alſo jede abgeſchoſſene Kanonen- oder Flintenkugel in einem ſehr länglichen Bogen zur Erde. Daß ein Körper horizontal gehe, iſt unmöglich, wenn er nicht eine horizontale Unterlage hat. Die Kenntniß der Wurflinien hat für die Schützen, Jäger, für Feuerwerker bei der Artillerie große Wichtigkeit, da hievon das Treffen der Zielpunkte beim Schuſſe abhängt. Soll der Schuß horizontal gehen, ſo muß man den Lauf des Geſchützes über den Zielpunkt richten; geht der Schuß ſchief aufwärts, ſo geht die Kugel am weiteſten, wenn ſie unter einem Winkel von 45° abgefeuert wurde. (**Fig. 24.**) Die Entfernung eines geworfenen Körpers vom Ausgangspunkte bis zum erlangten Ruhepunkte heißt die *Wurfweite*, der beſchriebene Weg die *Wurflinie*, *Bogenlinie* oder *balliſtiſche Curve*.

3) Die *Kreis- oder Central-Bewegung*. Sie iſt die Bewegung eines Körpers (**Fig. 25.**) um einen Mittelpunkt im wirklichen Zirkel oder in länglichrunder d. i. elliptiſcher Bahn. Dieſe Bewegung entſteht bei den Körpern durch zwei entgegengeſetzt wirkende Kräfte, von denen die eine ihn nach dem Centrum zieht — *Ziehkraft des Mittelpunkts* oder *Centripetalkraft* genannt —, die andere — *Fliehkraft*, *Schwungkraft* oder *Centrifugalkraft* genannt, ihn vom Centrum entfernt; daher kann er keiner von beiden Kräften folgen und muß als Mittelrichtung zwiſchen beiden den Kreisbogen durchlaufen; die geraden Linien an der Peripherie der Figur deuten die Richtung an, welcher der Körper von der Fliehkraft getrieben folgen würde, wenn er nicht von der Centripetalkraft gehalten wäre. Ein an einer Schnur geſchwungener Körper, wo die Schnur die Centripetalkraft vorſtellt oder vertritt, macht die Kreisbewegung anſchaulich; reißt die Schnur, ſo fliegt der Körper in der Wurflinie fort, weil die Ziehkraft zu wirken aufgehört hat. Eine freie Kreisbewegung haben nur die Planeten, aber ihre Bahnen ſind Ellipſen d. h. länglich runde Bahnen.

Außer der eigentlichen Kreisbewegung unterſcheiden wir noch die *Rad- oder Rotations- und Axenbewegung*. Während man die eigentliche Kreisbewegung den Rundlauf nennen kann, ſo könnte die Radbewegung auch Umſchwung, (Rolllauf) heißen. Die Räder aller Art haben dieſe Bewegung, ebenſo haben die Himmelskörper beſonders die Planeten eine ſolche und bei ihnen nennen wir ſie eigentlich Axenbewegung. Auch hier zeigt ſich die Wirkſamkeit der Fliehkraft von der Axe aus und die Ziehkraft nach der Axe. Wenn daher nachgiebige Maſſen, etwa weiche Lehm- oder Thonkugeln, in Axenbewegung verſetzt werden, ſo tritt in Folge der Fliehkraft die weiche Maſſe an den Axen-Enden zurück und häuft in der Mitte ſich dichter an. Dieß findet ſelbſt bei unſerem Erdkörper ſtatt, der an

den Polen abgeplattet unter dem Aequator mehr erhöht iſt, alſo keine reguläre, ſondern eine etwas verſchobene Kugel iſt. Was die Schnelligkeit der Bewegung angeht, ſo bewegen ſich diejenigen Punkte oder Theile am ſchnellſten, die am weiteſten von der Axe abſtehen; daher bewegen ſich die Punkte der Erde unter dem Erdäquator ſchneller als diejenigen, welche auf der Kugelfläche näher an den Polen liegen, wie an einem Rade die dem Mittelpunkte näher liegenden Theile der Speichen langſamer gehen als die Theile des Reifens. Alle Theile einer rotirenden Kugel beſchreiben Kreiſe, deren Mittelpunkte in der Kugelaxe liegen. Bei der Erde werden die Kreiſe, die ein jeder Ort bei der Erd-Rotation beſchreibt, Parallelkreiſe genannt. Bei der Rotation eines Körpers wirkt die Flugkraft abſchleudernd auf alle auf ihm befindlichen Körper, wie wir dieß an Waſſerrädern, an Wagenrädern ſehen. Daß ein ſolches Fortſchleudern der Gegenſtände auf unſerem Erdkörper nicht ſtatt findet, verhindert lediglich die Schwere, welche die Fliehkraft weit überwindet. Von der Radbewegung iſt die Angelbewegung, wie ſie bei Thüren u. ſ. w. vorkommt, nur darin verſchieden, daß der Thürflügel nur immer die Hälfte oder einen kleineren Theil eines Kreiſes zu beſchreiben hat.

5) Vom Pendel.

Jeder an einer Schnur oder an einem Faden, Drahte u. dgl. freiſchwebende Körper (Gewicht) heißt ein Pendel. (**Fig. 26.**) Ein Pendel iſt alſo weiter nichts als ein aufgehängter oder ein hängender Körper; man könnte es auch eine Hänge-Vorrichtung nennen. Der Pendel beſteht aus einer Pendelſchnur a und einem Pendelgewichte oder Pendellothe b und der Punkt c, an dem die Schnur feſthält, heißt der Aufhängepunkt. Die Pendel können von ſehr verſchiedener Art ſein; eine Glocke iſt ſo gut ein Pendel wie der in ihr befindliche Klöppel, ein an der Wand hängendes Bild iſt ebenfalls ein Pendelkörper, ebenſo ein Hängeleuchter, eine Hängelampe; gewöhnliche Pendel ſind das Pendel an der Wanduhr wie die Gewichte derſelben, das Senkblei u. ſ. w. Oft iſt die Pendelſchnur ein Stab oder eine Scheibe und iſt dann zugleich Pendelgewicht; ſo ein hängender Stock, ein hängendes Brett. Ein ruhendes Pendel befindet ſich in Folge der Schwerewirkung in lothrechter Lage d. i. das Pendelgewicht hängt ſenkrecht unter dem Aufhängepunkte. Wirkt auf das Pendel eine forttreibende Kraft, ſo wird daſſelbe ein ſchwingendes. Die Bewegung eines ſolchen iſt ein in halbkreisförmiger Richtung erfolgendes Hin- und Herſchwanken, welche Bewegung man die Pendelſchwingungen nennt. Das Pendel verkürzt mit jeder neuen Schwingung ſeine Schwingungs-

weite, bis es wieder in Ruhe d. h. in ſenkrechte Lage kommt. Ein längeres Pendel ſchwingt langſamer als ein kürzeres. Man hat daher Sekundenpendel, halbe Sekundenpendel u. ſ. w. Die Pendel finden ihre beſondere Anwendung, um die Bewegung zu reguliren, ſo bei Wanduhren und bei andern zuſammengeſetzten Maſchinen. Der Taktmeſſer, Richtungslothe, Senklothe und Senkblei ſind Anwendungen des Pendels. Zwei neben einander aufgehängte Pendel hängen niemals mathematiſch parallel; denn die Verlängerungen ihrer Schnüre würden ſich im Mittelpunkte der Erde treffen, mithin ſind ſie nicht parallel, was jedoch mechaniſch angenommen wird.

6) Vom Stoße der Körper.

Wo Körper an einander treffen, mag es leiſe oder gewaltſam geſchehen, da heißt dies Zuſammentreffen der Stoß. Jede auch noch ſo leiſe Berührung eines Körpers muß ſchon ein Stoß genannt werden und ebenſo iſt das ein Stoß, was wir auch oft anders bezeichnen, als Schlag, Hieb, Stich, Tritt des Fußes beim Gehen, Anſtoß des Waſſers, der Luft, der Schallwelle, der Wärme- und der Lichtſtrahlen. Durch den gewaltſamen Stoß erfolgen Zertrümmerungen oder Verletzungen; das Hörbare beim erfolgenden Stoße iſt der Schall. Die Bedingung des Stoßes iſt, daß wenigſtens einer der ſtoßenden Körper in Bewegung ſich befinden muß; ſie können aber auch beide in Bewegung ſein; in dieſem Falle können die Körper mit gleicher oder ungleicher Geſchwindigkeit ebenſo mit gleicher oder ungleicher Maſſe und endlich in derſelben Richtung oder in entgegengeſetzter zuſammentreffen; überall werden die Erſcheinungen verändert ſein. Einen ſehr bedeutenden Einfluß auf den Stoß hat die Elaſtizität der Maſſen, indem die beim Stoße zuſammengepreßten Theile eine ſchnelle Gegenwirkung hervorbringen. Der Stoß (**Fig. 27.**) heißt gerade oder concentriſch, wenn zwei Körper in der Richtung ihres Schwerpunktes (Mittelpunktes) auf einander ſtoßen, ſchief oder excentriſch, wenn ſie ſich mehr von der Seite treffen. — Der Stoß erzeugt meiſt neue Bewegung oder Ruhe; aber der ſtoßende Körper braucht Zeit, um in Ruhe zu kommen, wie der geſtoßene Zeit braucht, um in Bewegung zu kommen. Bisweilen geht der Stoß durch ruhende Körper hindurch. Hängt man (**Fig. 28.**) mehrere gleichgroße Kugeln neben einander, ſo daß ſie ſich berühren und läßt man eine Kugel anſchlagen, ſo ſpringt auf der andern Seite die letzte ab, während die angeſtoßenen in Ruhe bleiben; man nennt eine ſolche Vorrichtung eine Percuſſionsmaſchine. Außer vielen andern Geſetzen des Stoßes iſt eines der wichtigſten folgendes: Stößt ein bewegter Körper auf eine unbewegliche Ebene, ſo prallt er unter demſelben Winkel zurück, unter dem er auffiel; man nennt dieſe Win-

kel den Einfalls- und den Zurückwerfungs-Winkel und die ſenkrechte Linie, die beide Winkel ſcheidet, das Einfallsloth. Jeder feſte Körper, ein geworfener Stein, ein Ball, eine geſchoſſene Kugel prallt an der feſten Fläche zurück, ebenſo prallen an Flächen ab die bewegten flüſſigen oder Luftmaſſen, die Schall-, Wärme-, Lichtſtrahlen. Beim Ab- oder Zurückprallen feſter Körper von einer Fläche oder überhaupt von einem unbeweglichen andern Körper kann dem Unvorſichtigen großer Schaden erwachſen. Was kann entſtehen, wenn Jemand eine geladene Piſtole gegen eine naheſtehende Mauer abſchießt? Andere Geſetze des Stoßes ſind: beim concentr. Stoße müſſen beide Körper, wenn ſie mit gleicher Geſchwindigkeit und gleicher Maſſe auf einander ſtoßen, zurückgehen; beim ſchiefen Stoße wird die Richtung der Bewegung verändert; das Anſtoßen der Kugeln auf dem Billard, das Aneinanderſtoßen von Menſchen unter ſich und mit Gegenſtänden, das Anprallen der Schiffe oder Wagen zeigt die vielfachen Wirkungen des Stoßes. Daß die Erſcheinungen des Stoßes auch beim Waſſer, bei der Luft, beim Schall, beim Lichte, der Wärmeſtrömung, dieſelben ſind wie bei den feſten Maſſen, wurde ſchon wiederholt angedeutet, und werden wir gelegentlich bei Betrachtung der einzelnen Stoffe darauf zurückblicken.

Vierter Abſchnitt.

Von den flüſſigen Körpern.

1) Weſen der Flüſſigkeiten und ihre Arten.

Diejenigen Körpermaſſen, deren Theilchen kugelförmig oder länglichrunde Tropfen bilden und die ſehr leicht verſchiebbar ſind, zugleich die Geſtalten der Gefäße, in die man ſie bringt, annehmen, ſind die Flüſſigkeiten, gewöhnlich die tropfbaren Flüſſigkeiten genannt.

Der Repräſentant aller Flüſſigkeiten iſt das Waſſer; aber außer dieſer Flüſſigkeit giebt es noch viele andere Arten; einige der wichtigſten ſind: 1) die Pflanzenſäfte und die aus ihnen bereiteten Getränke: Obſtſaft, Wein, Branntwein, Arack, Punſch, Kaffee, Thee, ſowie Oel, Syrup u. a. 2) thieriſche Säfte und die aus Thierſtoffen bereiteten Flüſſigkeiten wie Milch, Blut, Limphe, Galle. 3) mineraliſche Flüſſigkeiten als Queckſilber, Kalk-, Salz-, Schwefel-, eiſenhaltiges Waſſer. 4) riechende Wäſſer und Oele. 5) ſauere Flüſſigkeiten, Lauge, Eſſig, Scheidewaſſer, Dinte. 6) alle ſchmelzenden Stoffe wie ſchmelzendes Talg, Wachs, Honig, Siegellack, Theer, Harz und alle ſchmelzenden Metalle und andere Minerale. Von vielen Flüſſigkeiten iſt freilich das Waſſer der Grundbeſtandtheil.

Alle Erſcheinungen der Flüſſigkeiten beruhen auf der Schwere und der leichten Verſchiebbarkeit der Theile, in Folge deren dieſe Maſſen ſtets die niedrigſten Stellen einzunehmen trachten, daher ſie auf ſchiefen Ebenen fortgleiten oder *fließen*. Bei unſern Betrachtungen werden wir immer die Hauptflüſſigkeit, das Waſſer, im Auge behalten. Das Waſſer füllt die Vertiefungen der Erdoberfläche und ſind ſeine natürlichen Behälter die Quellen, Bäche, Flüſſe, Teiche, Seen, Meere und mancherlei künſtliche Behälter wie Gefäße, Röhren u. ſ. f. Die Formen, in denen alle Feuchtigkeit oder flüſſige Maſſe erſcheint, ſind Tropfen, Schaum, Staub, Strahlen oder wirkliche angeſammelte Maſſen in Gefäßen und Behältern. Daß alle allgemeinen Körpereigenſchaften auf die Flüſſigkeiten ihre Anwendung finden, iſt leicht aus dem Früheren zu entnehmen. Der Rückblick darauf ſei dem Leſer überlaſſen. Auch wird ſich aus dem Grade des Zuſammenhanges der Theile ſowie aus den eben beſprochenen Formen der Theile und aus andern Eigenthümlichkeiten der Unterſchied der flüſſigen von den feſten und luftförmigen Körpermaſſen leicht angeben laſſen. Es mag aber noch darauf aufmerkſam gemacht werden, daß in der Flüſſigkeit die Adhäſion ſehr ſtark wirkt; denn getrennte Flüſſigkeitstheile fließen ſowohl bei der geringſten Berührung in einander, als ſie anderſeits bei der Berührung mit feſten Körpern ſich dieſen ſofort anhängen d h. ſie netzen, anfeuchten, in ihre Poren eindringen. Ueber die beſondern Eigenſchaften der Flüſſigkeiten iſt namentlich zu erwähnen, daß viele von den flüſſigen Subſtanzen *durchſichtig* ſind oder daß ſie dabei verſchiedene Färbung haben. Das Waſſer iſt eine feine, durchſichtige Maſſe ohne Geruch und Geſchmack, ſowie auch eigentlich farblos. Das reinſte Waſſer bezeichnen wir als kryſtallhell oder kryſtallklar. Das reinſte Waſſer, das die größte Durchſichtigkeit zeigt, iſt das Brunnen- und Regen- oder Schnee-Waſſer. Da es jedoch auch als ſolches noch viele Beiſätze haben kann, ſo muß es für manche Zwecke gereinigt werden. Ganz reines Waſſer erhält man, wenn man es deſtillirt, d. h. durch Hitze in Dämpfe auflöſet und aufſammelt. — Das mit mineraliſchen Beiſätzen verſehene Waſſer, d. h. ſolches, worin Kalk, Schwefel, Salz, Eiſen ſich gelöſt hat, nennt man *Mineralwaſſer*. Die äußerſt verſchiedenen Wäſſer dieſer Art werden, wie bekannt, als mediciniſche Heilmittel theils getrunken, theils als Bäder benützt.

2) Die Flüſſigkeiten im Zuſtande der Ruhe.

Die Flüſſigkeiten bilden im Zuſtande der Ruhe eine horizontale Oberfläche, dieſe heißt der *Spiegel* oder das *Niveau* der *Flüſſigkeit*, beim Waſſer alſo der *Waſſerſpiegel*. Eine geringe Abänderung bringt in dem völlig horizontalen Waſſerſpiegel die Rand-

anziehung hervor, indem in Gefäßen das Waſſer am Rande etwas höher ſteht, während Waſſer auf den Tiſch gegoſſen wegen der anziehenden Unterlage gekrümmte Ränder hat. Nothwendig muß ferner die Geſammtfläche der großen Seen und Meere der Kugelgeſtalt der Erde gemäß, gekrümmt ſein, obwohl wir auch hier dieſelbe als horizontale Ebene betrachten. Die wichtigſten Betrachtungen bei den ruhenden Flüſſigkeiten knüpfen ſich an den Druck derſelben, an die Stellung derſelben in verbundenen Gefäßen oder Röhren und an das Verhalten der Körper im Waſſer, wornach wir die ſpecifiſche Schwere der Körper beurtheilen.

a) Druck des Waſſers und anderer Flüſſigkeiten. Das Waſſer drückt vermöge ſeiner Schwere ſenkrecht auf den Boden der Gefäße und Behälter, aber da die unteren Waſſertheilchen von dem darüber ſtehenden Waſſer ſelbſt gedrückt werden und wegen ihrer Verſchiebbarkeit auszuweichen verſuchen, drücken ſie auch gegen die Gefäßwände. Man weiß aus Erfahrung, daß eine Waſſerſäule von einem Geviertzoll Durchmeſſer und einem Fuß Höhe ungefähr auf die Grundfläche mit dem Gewicht von ½ Pfd. drückt, daher würde das Waſſer in einer Säule von 144 Geviertzoll d. i. auf einen Geviertfuß mit dem Gewicht von 72 Pfd. drücken und man kann deshalb ſagen: der ſenkrechte Waſſerdruck nimmt mit der ſteigenden Tiefe zu und zwar drückt das Waſſer in allen Fällen auf jeden Geviertzoll des Bodens mit dem Gewicht von ſo viel halben Pfunden als die Höhe des Waſſers in Fußen beträgt. Steht das letztere alſo in einem Behälter 10 Fuß hoch, d. h. hat es 10 Fuß Tiefe, ſo drückt es auf jeden Geviertzoll des Bodens mit 5 Pfd. Gewicht. In jedem Gefäß mit ſenkrechten Wänden (**Fig. 29.**) braucht man alſo nur die Größe der Bodenfläche und die Höhe des Waſſers zu ermitteln und man weiß, wie ſtark der Druck gegen den Boden iſt. In einem Gefäß (**Fig. 30.**), deſſen Wände oben weiter ſind als unten, drückt gegen den Boden blos die ſenkrechte Waſſerſäule über dem Boden, alſo weniger Waſſer als im Gefäß iſt, wogegen umgekehrt in einem Gefäß mit enger Oeffnung und breitem Boden eine Waſſerſäule auf den Boden drückt, die gar nicht vorhanden iſt, aber durch Ablenkung des Seitendruckes nach dem Boden erſetzt wird. Der ſenkrechte Druck iſt alſo unabhängig von der Form des Gefäßes. Beim Drucke des Waſſers auf die Seitenwände eines Behälters oder Gefäßes gilt als Geſetz, daß der Druck am ſtärkſten iſt auf die Theile, die näher am Boden liegen und geringer wird, je näher die Theile der Wand dem Waſſerſpiegel liegen. Eine Folge davon iſt, daß (**Fig. 31.**) der Waſſerſtrahl aus einer Oeffnung des Gefäßes nahe am Boden ſchneller herausſtößt und einen größern Bogen macht, als das aus höher liegenden Oeffnungen ausſtrömende Waſſer. Der Druck des Waſſers

in der Tiefe iſt daher natürlich ſehr bedeutend. Ein Fiſcherboot wurde von einem harpunirten Walfiſche in eine Tiefe von 3000 Fuß geriſſen und vom Waſſer dermaßen zuſammengepreßt, daß es nicht mehr ſchwamm, ſondern an dem fortgeriſſenen Seile heraufgewunden wieder tief einſank wie ein ſchwerer Steinklotz. Der Boden- und Seitendruck des Waſſers iſt genau zu berückſichtigen bei Verfertigung mancher Gefäße, beim Bau von Schleußen, Dämmen, Kanälen, Wehren, bei Anlegung von Brunnen und Waſſerleitungen und andern Waſſerwerken. Der Druck auf das Waſſer übt einen ſtarken Gegendruck oder drückt vorwärts. Darauf beruht ein ſehr wichtiges Inſtrument, die Waſſerpreſſe. Es giebt 2 Arten, die von Real und die von Brahma; die letztere iſt am wichtigſten. Sie beſteht aus einem Doppelcylinder, einem kleinen und einem großen, die durch eine Röhre verbunden ſind; in jedem bewegt ſich ein luftdichtſchließender Kolben; gießt man Waſſer in die kleine Röhre und drückt mittelſt des Kolbens daſſelbe fort, ſo tritt es in die große und treibt den Kolben mit einer entſetzlichen Kraft in die Höhe, ſo daß man damit Balken zerſtoßen kann. In Seeſtädten hebt man mittelſt einer ſolchen Preſſe Rammpfähle aus dem Grunde; in England hebt man durch mehrere Preſſen den Ueberbau der Häuſer, um ein neues Stockwerk unterzuſetzen. Eine Waſſerſäule der Brahma'ſchen Preſſe von 14 Pfd. Druck hebt über 2 Mill. Pfd. Laſt. Die Realſche Preſſe löſet durch ihren Druck Stoffe auf, daher ſie in Apotheken gebraucht wird. —

b) Stand des Waſſers in verbundenen Gefäßen oder in kommunizirenden Behältern oder Röhren. Gießt man (**Fig. 32.**) in das eine von zwei oder mehreren verbundenen Gefäßen oder Röhren Waſſer, ſo ſteigt es in allen übrigen zu gleicher Höhe wie in dem erſteren; nur in einem Haarröhrchen würde es nach ſchon bekannten Geſetzen durch Anziehung höher ſteigen. Das Geſetz des gleichhohen Waſſerſtandes in verbundenen Gefäßen iſt eines der wichtigſten bei den Flüſſigkeiten, und es heißt: in verbundenen Gefäßen ſteht oder ſteigt das Waſſer gleich hoch. Eine natürliche Folge davon iſt, daß in einer kürzern Röhre, deren Oeffnung verſchloſſen wird, das Waſſer nach obenhin einen ſehr ſtarken Druck ausübt, und verſchließt man dieſe mit Leder oder Blaſe, ſo hebt das Waſſer einen darauf gelegten Gegenſtand von bedeutender Schwere in die Höhe; darauf beruht die Einrichtung einiger wenig gebrauchten Inſtrumente wie des hydroſt. Blaſebalgs (**Fig. 33.**) u. a. Viel wichtiger iſt folgendes: Verkürze ich von zwei kommunizirenden Röhren (**Fig. 34.**) die eine, und leite ich in die andere Waſſer, ſo ſucht daſſelbe in der kürzeren ebenfalls ſo hoch wie in der längern zu ſteigen

und ſteigt daher in einem Strahle in die Höhe. Darauf beruht die Einrichtung der Springbrunnen. Man fängt das Waſſer auf einer Anhöhe in einer Röhrenleitung, die es bis in einen Garten führt, ſetzt ein Ausgußrohr mit enger Oeffnung ſenkrecht auf die Leitungsröhre und man hat einen Springbrunnen oder eine Fontaine. Das Aufquellen des Quellwaſſers ſelbſt beruht auf dieſem Geſetze, indem das im Erdreiche zuſammenſickernde Waſſer in Steinklüften ſich einen Ausgang bahnt. Auch die arteſiſchen Brunnen, die immerwährend fließenden Röhrenbrunnen beruhen darauf; in hohen Gebirgen bilden ſich bei anhaltendem Regen Waſſergallen an Berglehnen; oft findet nämlich das Waſſer keinen Ausweg, ſammelt ſich dann unter dem Boden der Bergabhänge und durchbricht zuletzt mit zerſtörender Gewalt die Bodenrinde. Die Höhe des ſenkrechten Strahls bei Springwerken erreicht, weil die eigene Schwere und die Luft das Steigen behindern, niemals die Höhe, die es in einer geſchloſſenen Röhre erreichen würde, doch kann es zu ſehr bedeutenden Höhen ſteigen. Die bekannteſten ſchönſten Fontainen ſind: in Wilhelmshöhe bei Kaſſel (iſt verfallen); in Berlin vor dem Muſeum, in Nymphenburg bei München, in Herrenhauſen bei Hannover; ſehr ſchöne Fontainen ſind die zu Verſailles in Frankreich, die auf dem Petersplatze in Rom u. a. — Auf dem Horizontalitätsgeſetz der Flüſſigkeiten in verbundenen Gefäßen beruht (**Fig. 35**) die Einrichtung der Waſſer-Wage und Queckſilber-Wage zur Ermittelung horizontaler Flächen und Linien. Sie beſtehen aus Glasröhren mit ſenkrechten Seitenſchenkeln, die in dieſen gleich hochſtehenden Flüſſigkeiten geben Gelegenheit, die Horizontalität zu beſtimmen oder zu beurtheilen. Auf demſelben Geſetz beruht das Verhalten des Oels in Studirlampen, die Standmeſſer der Flüſſigkeiten in großen Fäſſern u. a. Der Standmeſſer iſt eine im Vorderboden eines Faſſes eingeſetzte gläſerne Winkelröhre, in der die Flüſſigkeit eben ſo hoch ſie ſteht, wie im Faſſe ſelbſt. Wie hier im Kleinen ſo iſt überall auf der Erdoberfläche im Großen die Herſtellung des Gleichgewichts der Waſſermaſſen bemerkbar. Alle Gewäſſer ſuchen in den niedrigſten Stellen der Erdoberfläche ſich mit ihrem Waſſerſpiegel mit den übrigen Gewäſſern in gleiche Höhe zu ſetzen. Der Spiegel der Gebirgswäſſer ſteht natürlich höher, als der der Gewäſſer in Ebenen, aber in den Vertiefungen und Einſenkungen ſteht überall das Waſſer mit den zunächſt größern Gewäſſern in gleicher Höhe; es ſteigt Waſſer in Kellern aufwärts, wo die Flüſſe anſchwellen; beim Graben der Brunnen tritt Waſſer ein, wenn man dem Waſſerſpiegel der übrigen nahen Gewäſſer gleich kommt und noch tiefer geht u. ſ. f. Die Meere müßten eigentlich untereinander mit ihrem Spiegel überall gleich hoch ſtehen, aber es iſt nicht ganz ſo; der Spiegel der Oſtſee ſteht nach angeſtellten Verſuchen niedriger als der

Spiegel des Mittelmeeres, ebenſo ſoll der Spiegel des kaſp. Meeres 2—300′ höher ſtehen, als der des ſchwarzen.

c) *Verhalten ſtarrer Körper in Flüſſigkeiten.* Bringt man ſtarre Körper in Waſſer, ſo zeigen ſich zwei verſchiedene Haupterſcheinungen, 1) ſie bleiben an der Oberfläche und unter dieſelbe gedrückt ſteigen ſie wieder herauf, wenn der Druck nachläßt. 2) ſie ſinken im Waſſer auf den Grund und liegen feſt, oder laſſen ſich nur ſchwer vom Waſſer fortſtoßen. Dieſes beruht auf dem verſchiedenen Gewichte, welches die Körper im Verhältniß zu einem gleichgroßen Waſſerkörper haben und welches wir ſchon oben die *ſpecifiſche Schwere* nannten. Denken wir uns Körpermaſſen von einer gewiſſen Größe, etwa von 1 Cubikfuß und vergleichen wir ihre Schwere unter ſich und mit der Schwere einer Waſſermenge von gleichem Volumen (1 Cub.-F.), ſo werden wir ſehen, daß das Gewicht der Körper ſehr verſchieden iſt, und will ich etwa, daß der eine dem andern das Gleichgewicht auf einer Wage hält, ſo muß ich dem leichteren an Volumen zulegen, oder dem ſchwerern abziehen. So muß es auch geſchehen, wenn ich ihr Gewicht dem des Waſſers gleichmache. Man ſagt daher, ein Körper iſt ſpecifiſch ſchwerer, als Waſſer, wenn er einem Waſſerkörper von größerem Volumen als das ſeine iſt, das Gleichgewicht hält und im umgekehrten Falle iſt er ſpecifiſch leichter. Alle Minerale ſind ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, Holz und thieriſche Stoffe ſind in der Regel ſpecifiſch leichter, jene ſinken unter, dieſe ſchwimmen. Die Erfahrung lehrt darüber folgendes: ein Cubikfuß deſtillirtes Waſſer wiegt 66 Pfd. preuß., daher ein Cubikzoll $1\frac{2}{9}$ Lth. preuß. Minerale wägen ſämmtlich mehr, Hölzer u. dgl. ſämmtlich weniger oder gleichviel und um wie viel jene z. B. mehr wägen d. h. ſpecifiſch ſchwerer ſind als Waſſer, das muß ich durch Vermehrung der Waſſermenge erſetzen. So heißt es: Eiſen iſt 8mal ſchwerer als Waſſer, d.i. 8 Cubikzoll Waſſer halten einem Cubikzoll Eiſen das Gleichgewicht. Ueber das ſpecifiſche Gewicht hat man folgendes ermittelt:

1) Eiſen iſt etwa 8 mal ſpecif. ſchwerer als Waſſer
2) Kupfer — 9 — — — — —
3) Silber — 10 — — — — —
4) Blei — 11 — — — — —
5) Queckſilber — 14 — — — — —
6) Gold — 19 — — — — —
7) Platina — 21 — — — — —
8) Diamant — 3 — — — — —
9) Glas — 2 — — — — —
10) Eis — 0,926 — — — — —

Ebenholz und Buchsbaum ſind etwa 1 mal ſchwerer und ſinken daher

ganz ein, andere Hölzer ſind leichter. Der menſchliche Körper hat mit dem Waſſer faſt gleiche Schwere, nur fette Leute ſind ſchwerer, magere leichter. Unter den Flüſſigkeiten ſind viele leichter als Waſſer und ſetzen ſich über daſſelbe, ſo Oel u. a. Die Luft iſt um vieles leichter als Waſſer, was man leicht an der Luft in einer mit Waſſer gefüllten Flaſche ſehen kann; wie man ſie auch wendet, die Luft iſt oben. Um das Einſinken der ſchwereren Körper im Waſſer zu erklären, müſſen wir noch folgendes berückſichtigen. Jeder einſinkende Körper verdrängt ſo viel Waſſer, als ſein Volumen beträgt, dabei aber verliert er unter dem Waſſer ſoviel an Gewicht, als die verdrängte Waſſermaſſe beträgt, da ja eben zu deren Verdrängung ein gleichgroßes Gewicht erforderlich iſt. Will man daher einen ſpecifiſch ſchwereren Körper zum Schwimmen bringen, ſo muß man ſein Volumen gerade um ſo viel vergrößern, als er ſpecifiſch ſchwerer iſt. Darauf beruht die Einrichtung der kupfernen Hohlkeſſel (Pontons) bei Schiffbrücken, das Schwimmen leerer Flaſchen, leerer Gefäße, ſo lange nicht Waſſer den Raum füllt. Andere ſchwere Körper ſchwimmen, wenn man ſie mit ſpecifiſch leichtern verbindet. Dies iſt bei den Schiffen der Fall, wo man ſehr ſchwere Laſten auflegt, ohne daß ſie ſinken; ebenſo iſt es mit dem Gebrauch des Korkgürtels beim Schwimmen; jeder Körper überhaupt ſchwimmt um ſo ſicherer, je größer ſeine Schwimmfläche gemacht wird. Es hat das ſpecifiſche Gewicht der Körper in der Natur und im praktiſchen Leben eine hohe Wichtigkeit; denn da überhaupt alles Schwimmen eines Körpers von ſeinem Gewichtszuſtande abhängig iſt, ſo beruht darauf auch unſere ganze Schwimmkunſt oder die Kunſt, ſich über dem Waſſer geſchickt zu erhalten und durch gehörige Vortheile ſich fortzubewegen. Die Schwimmkunſt iſt eine ausnehmend wichtige Kunſt, beſonders wo Menſchen in Gefahr kommen zu ertrinken, oder wo es nothwendig iſt, über Gewäſſer hinwegzuſetzen; aber ſie bleibt auch eine gefährliche Kunſt, namentlich für den, welchem ſein körperliches Gewicht nicht günſtig iſt. Die des Schwimmens Unkundigen ſinken in der Regel unter und es mag wenigſtens jeder, der in Waſſersgefahr geräth, ſich merken, daß man ja die Hände nicht zum Hülferuf übers Waſſer hebt, weil man ſonſt die Schwimmfläche des Körpers verkleinert und einſinkt; daher halte man die Hände unter dem Waſſer, ſchließe den Mund, und neige ſich nach hinten, indem dann der Körper leichter ſchwimmt. Außerdem, daß hierbei das ſpecifiſche Gewicht von großem Einfluſſe iſt, hat man aus Beobachtungen darüber das Mittel erhalten, viele Körper durch die Ausmeſſung der Waſſermenge, welche ſie verdrängten, ihrem Volumen nach zu beſtimmen; dazu bedarf man allenfalls die ſogenannte hydroſtatiſche Wanne, ein beliebiges Gefäß mit einem Ausgußrohre. Den Körper, den man

abmeſſen will, bringt man in dieſes bis an den Ausguß mit Waſſer gefüllte Gefäß, läßt dann das Waſſer, welches verdrängt wird, in ein anderes Gefäß ablaufen und mißt dies Waſſer; das gefundene Maaß beſtimmt das Volumen des zu meſſenden Körpers. Dadurch ermittelte ſchon im Alterthume der Mathematiker Archimedes, daß die Krone des Königs von Syrakus vom Verfertiger durch einen ſtarken Beiſatz unechten Metalls verfälſcht, alſo nicht von dem dazu gegebenen Golde ſei. Nicht in allen Flüſſigkeiten ſinken feſte Körper gleich tief ein; ſo hat z. B. Salzwaſſer, wie jedes Mineralwaſſer, Spiritus von hohen Alkoholgraden mehr Tragkraft, d. h. ſie geſtatten ein weniger tiefes Einſinken, als das reine Waſſer. Man hat daher wichtige Inſtrumente erfunden, wodurch man den Gehalt der Flüſſigkeiten prüft; dahin gehören (Fig. 36.) die Oelwagen, die Branntwein- oder Spirituswagen, die Weingeiſtwagen; man bezeichnet ſie mit dem Namen Aräometer oder Senkwagen; die letzteren, d. h. die Spiritus-, Weingeiſt-Wagen heißen Alkolhometer. Ihre Einrichtung beruht darauf, daß ein ſchwimmender Körper umdeſto tiefer unter die Oberfläche einſinkt, je ſpecifiſch leichter dieſe Flüſſigkeit iſt; die Inſtrumente ſelbſt ſind gewöhnlich längliche Glasröhren aus einem weitern und einem engern Stück beſtehend und inwendig mit einem Gradmaaßſtabe oder einer Skala verſehen, am untern Ende mit einigen Schrootkörnern beſchwert zur Bewirkung des ſenkrechten Einſinkens. Aus dem mehr oder weniger tiefen Einſinken ergiebt ſich an der Skala der größere oder geringere Gehalt der Flüſſigkeit. Die bekannteſten Aräometer ſind das Richterſche und das Nicholſon'ſche. Sie werden bei der Fabrikation des Bieres, des Spiritus zum Probiren angewendet, und verhindern für den Käufer auch den Betrug, da er durch eine Senkwage jede Flüſſigkeit ſogleich erproben kann. —

3) Von der Bewegung des Waſſers und der übrigen Flüſſigkeiten.

Bei der Bewegung der Gewäſſer haben zwar im Ganzen ähnliche Erſcheinungen ſtatt, wie bei der Bewegung feſter Körper, aber auch hier bringt die leichte Verſchiebbarkeit der Theile oder der geringe Zuſammenhang ſowie die Schwerewirkung manche Eigenthümlichkeiten hervor und es iſt beſonders zu betrachten: a) der Fall des Waſſers in der freien Luft, b) das Fließen auf Ebenen und in Röhren, c) das Ausfließen aus Gefäßen oder Röhren, d) die Wellenbewegung, e) der Stoß des Waſſers, f) das Eindringen in andere Körper.

a) Der freie Fall des Waſſers folgt ganz denſelben Geſetzen wie die feſten Körper, aber das Waſſer fällt entweder in einem zuſammenhängenden Strahle oder in einzelnen Tropfen. Hochfallende

Strahlen zerſtreuen ſich im Fall durch den Widerſtand der Luft in größere und kleinere Tropfen, oder zerſtäuben endlich ganz. Bringt man eine Vorrichtung an, wodurch das Waſſer in einem recht breiten aber dünnen Strahle zum Fall kommt, ſo bildet es eine feine glasſcheibenartige Wand, was ein höchſt überraſchendes Naturſchauſpiel gewährt, wenn man Blumen oder andere farbige Gegenſtände dahinter anbringt; man pflegt ſolche Vorrichtungen in Luſtgärten anzubringen; man nennt ſie Blumenſpiegel.

b) Das Fließen des Waſſers. Wenn man Waſſer auf eine wagerechte Fläche gießt, ſo zerfließt es und verbreitet ſich über einen beſtimmten Raum, die Reibung und Anziehung ſind zwei ſtarke Hinderniſſe ſeiner Bewegung und es bleibt daher auch ſofort in Ruhe, wenn die Unterlage horizontal iſt. Wird aber die Unterlage geneigt, ſo ſchieben die Theilchen der geneigten Seite zu und bewegen ſich mit um ſo größerer Geſchwindigkeit abwärts, je mehr geneigt die Unterlage iſt und dieſe Bewegung iſt das Rinnen, Fließen, Strömen. Die Neigung des Bodens, auf dem das Waſſer fortfließt, heißt das Gefälle oder auch der Fall des Waſſers und die größte Schnelligkeit des fließenden Waſſers bezeichnen wir als den Schuß deſſelben. Beim Fließen furcht es ſich allenthalben einen beſtimmten Lauf, den man bei wirklichen Flüſſen das Flußbett, bei Seen und Meeren das Becken, den Keſſel nennt. Alles fließende Waſſer verändert mannichfach den Boden, auf dem es fließt, ſchweift Vertiefungen und füllt andere aus, ſelbſt die Steine ſeines Ufers höhlt und zertrümmert es. Der ſenkrechte und Seitendruck, der Stoß, die Waſſermenge, die auflöſende Kraft des Waſſers u. ſ. f. ſind Urſachen dieſer Erſcheinungen, wovon bald noch mehr. Das Fließen des Waſſers in Röhrenleitungen oder in Röhren überhaupt iſt nicht verſchieden von dem Fließen auf Ebenen, nur daß hier die Adhäſien aller Wände die Hinderniſſe vermehrt und die Steigung oder das Gefälle die Geſchwindigkeit ändert.

c) Das Ausfließen des Waſſers aus Gefäßen oder aus Röhren. Fließt das Waſſer ſenkrecht aus, ſo folgt es den Geſetzen des Falles; aber es kann auch aus horizontalen oder ſchief gelegten Röhren oder Rinnen, ſowie aus Seitenöffnungen der Gefäße ausſtrömen. Bei dieſem Ausfließen ſtrömt die Flüſſigkeit (**Fig. 31.**), wenn ſie durch die Adhäſion der Räder nicht gehindert wird, in einem Strahle oder Strome aus. Da hierbei das Waſſer als ein horizontal oder ſchief fortgetriebener Körper anzuſehen iſt, ſo bildet es ganz wie ein ſolcher einen Bogen, der um ſo größer iſt, je ſtärker die die Waſſertheilchen bewegende Kraft wirkt. Dieſe Kraft iſt entweder der Druck, den die hinteren Waſſertheile beim Fließen auf die vorderen ausüben, oder es iſt der ſenkrechte Druck des in einem Gefäß über der Ausfluß

Oeffnung ſtehenden Waſſers. Von der Stärke dieſes Druckes hängt, wie leicht einzuſehen, die Weite des Bogens und die Bewegungsſchnelligkeit der Flüſſigkeit ab. Von der Bewegung des Waſſerſtrahls in Springbrunnen war ſchon oben die Rede.

d) Die Wellenbewegung des Waſſers entſteht ſchon beim Fließen deſſelben auf unebenem Grunde, wie wir das an allen Gebirgswäſſern, die in ſteinigtem Bette ſich bewegen, wahrnehmen; aber ſie kann auch entſtehen durch die Wärme, durch den Wind und durch den Anſtoß anderer Körper. Bei der Wellenbewegung bilden ſich Erhöhungen, Wellenberge und Vertiefungen, Wellenthäler genannt. Die Geſtalt der Wellenerhöhungen und Vertiefungen hat im Kleinen mit der Geſtalt der Gebirge vollkommene Aehnlichkeit; doch hat das flüſſige Element auch ſeine beſondern Formen, die von der Richtung, in welcher die Kraft auf daſſelbe einwirkt, abhängig iſt. Wirkt die ſtoßende Kraft in gerader Linie, wie der Wind auf dem Meere, ſo entſtehen längliche Wellen; wirkt die Kraft im Kreiſe, ſo entſtehen ſtrudelförmige Wellen, wirkt die Kraft auf einen Punkt der ruhigen Waſſerfläche, ſo entſtehen Wellenkreiſe, die vom Ausgangspunkte aus immer an Umfang zunehmen, aber auch immer niedriger werden. Alle dieſe Wellenbewegungen können wir leicht im Waſſer erzeugen. Strudelbewegungen entſtehen beſonders, wenn man das Waſſer in einem Gefäß durch einen Finger in kreiſende Bewegung ſetzt. Wellenkreiſe entſtehen, wenn man einen Stein ins Waſſer wirft. Ein über einen ruhigen Teich oder See ſegelnder Kahn bildet wie rudernde Enten, Schwäne zwei Wellenſtreifen, die oft ungemein lang ſind. Es iſt übrigens nicht zu überſehen, daß das Waſſer ſich nicht immer ſelbſt von ſeinem Standpunkte aus fortbewegt, ſondern, daß eben nur der Druck der dem Anſtoße ausweichenden Theile ſich fortpflanzt und ſo das Waſſer in Schwingungen ſetzt. Am häufigſten iſt die Wellenbewegung der länglichen Wellen. Auf kleinen Gewäſſern iſt dieſer Wellenſchlag nicht bedeutend, dagegen aber bilden ſich auf dem Meere größere Wellen, die freilich unter Umſtänden ſehr verſchieden ſind, jenachdem der Wind mäßig weht, oder der Sturm tobt. Die durch den Sturm erzeugte Bewegung nennt man das Wogen des Meeres; denn die Wellen oder Wogen thürmen ſich dann zu ungeheuerer Höhe und ſchlagen mit furchtbarer Wuth über den Schiffen zuſammen oder dieſe werden empor geſchleudert und in die Wellentiefen hinabgeſtürzt. Die Meereswellen im atlantiſchen Ocean ſollen bei heftigen Stürmen 18—20′ unter den Waſſerſpiegel und 18—20′ über denſelben reichen, alſo eine Höhe von 36—40′ erlangen. Bei aller Wellenbewegung findet ein gegenſeitiges Durchbrechen und Durchkreuzen, Zurückprallen, Ineinanderſchlagen u. ſ. w. ſtatt. Das Anſchlagen und Empor-

ſchäumen der Meereswogen an den Küſten nennt man Brandung des Meeres; dieſe iſt den Schiffen oft ebenſo gefährlich als ein Sturm und hindert die Landung der Schiffe oft lange Zeit. Bewegungen des Meeres von beſonderer Art ſind noch Meeresſtrömungen, Meerſtrudeln, Ebbe und Fluth des Meeres. Viele Meere haben zum Theil in Meerengen, zum Theil an einigen Küſten eine Strömung; ſo gehen z. B. in der Meerenge von Konſtantinopel 5 verſchiedene entgegengeſetzte Stromrichtungen, ebenſo bei Gibraltar, im Kategat und anderwärts. Hauptſtrömungen des Meeres ſind die Aequatorialſtrömung d. h. die Bewegung des Meeres unter dem Erdäquator nach Oſten, eine Folge des Erdumſchwunges; eine andere mächtige Meeresſtrömung iſt die Strömung des atlantiſchen Oceans gegen Europa, der Golfſtrom genannt. Ebenſo findet an den Polen der Erde eine Polarſtrömung ſtatt, die von den Polen abwärts gerichtet iſt. Alle dieſe Meeresſtrömungen durchbrechen und durchkreuzen ſich gegenſeitig und bringen die nach den Polen gerichteten Ströme den kältern Gegenden Wärme, die Polarſtröme aber den wärmeren Meeresgegenden Kühlung. Die Ebbe und Fluth, eine täglich wiederkehrende Meeresbewegung in Folge der Mondanziehung iſt ein Sinken und Steigen des Meeres von 12 zu 12 Stunden. Die Strudeln der Gewäſſer beſonders in großen Strömen und im Meere entſtehen nur in kluftenreichen Gegenden.

e. Der Stoß des Waſſers. Wie die feſten Körper übt auch das Waſſer beim Fließen, beim Fallen, bei der Wellenbewegung einen ſtärkern oder ſchwächern Stoß. Man darf dem bewegten Waſſer nur eine Fläche entgegenſetzen und man wird es entweder in Ruhe bringen oder es wird zurückprallen. Für den Zurückwurf, ſo wie für die Stärke des Stoßes gelten dieſelben Geſetze wie bei den feſten Körpern; nämlich unter demſelben Winkel, unter dem es auf eine Fläche ſtößt, prallt es ab und die Stärke des Stoßes hängt ab von der Menge der Maſſe und der Bewegungsgeſchwindigkeit. Durch den Stoß des Waſſers wird die Oberfläche der Erde mannigfach verändert. Es wäſcht und furcht überall Vertiefungen; dieß thun die Flüſſe an ihren Ufern, die Meere an den ſandigen Geſtaden; der Regen beſonders wenn er ſtormweiſe fällt, reißt in den Boden ein, zerreißt Wege und Aecker u. ſ. w. Doch weiß auch der Menſch von den bewegenden Kräften des Waſſers überall mannigfachen Nutzen zu ziehen. Darüber mag noch eine kurze Betrachtung hier Platz finden.

Beſonders wichtige Dienſte leiſtet das Waſſer dem Menſchen im techniſchen Leben als Bewegungskraft bei Mühlen, Fabriken und anderen durch Räder bewegten Getrieben. Es wird in künſtlichen Waſſerbetten unter oder über den Triebrädern hingeleitet, die daher auch unterſchlächtige oder oberſchlächtige Räder genannt

werden; die Schnelligkeit und die Kraft ihrer Bewegung hängt dann von der Menge des Waſſers und von der Neigung des Gefälles ſo wie von der Größe der Angriffsflächen an der Peripherie des Rades ab. Wo die Waſſermaſſe gering iſt, muß das oberſchlächtige Geleite gewählt werden. Die zum Angriff des Waſſers dienenden Vorrichtungen ſind breite Speichen oder Schaufeln für unterſchlächtige Waſſerräder, dagegen ſind oberſchlächtige Räder an ihrer Peripherie kaſten- oder kammernartig eingerichtet, um das Waſſer gehörig aufzufangen. Die bewegende Kraft des Waſſers benutzt der Menſch ferner, wie ſchon angedeutet, zum Tragen der Schiffe, der Holzflöße, der Pontons bei Schiffbrücken u. ſ. w. Auch handhabt der Menſch das Waſſer wie die andern Körper im täglichen Leben; dazu bringt er die Gefäße in Anwendung, die ihm bald dazu dienen, die Flüſſigkeiten blos zuſammen zu halten oder fortzuſchaffen, bald dazu, dieſelben abzumeſſen. Bei der Bewegung der flüſſigen Maſſen durch Menſchenhände und mittelſt der Gefäße iſt Kraft erforderlich, wie bei den feſten Körpern; wird es daher nothwendig, große Maſſen fort zu ſchaffen d. i. etwa aus Tiefen in die Höhe zu heben, was bald Entwäſſerung oder Bewäſſerung zum Zwecke hat, ſo würde das Schöpfen durch Handeimer ſehr viel Kraft und Zeit erfordern und koſtſpielig ſein. Daher wendet man Maſchinen-Vorrichtungen an, um mit größerem Erfolge das Waſſer zu heben d. h. eine Entwäſſerung oder Bewäſſerung zu bewirken. Die gewöhnlichſten dieſer Maſchinen ſind Schöpfräder, Schneckenräder, Waſſerſchnecken, Eimer- u. Schaufelwerke, Seilmaſchinen, Pumpen u. a. Die Schöpfräder (**Fig. 37**) ſind wie kleine Mühlenräder und haben an der Seite der Peripherie Schöpfeimer, welche unten einſchöpfen, oben in eine Rinne ausgießen. Die Schneckenräder (**Fig. 38**.) haben ſtatt der Eimer an den 6—8 Speichen bogenförmige Schlauche. Die Waſſerſchnecke (**Fig. 39.**) iſt eine ſchief liegende Welle mit ſpiralförmig darum gewunde nem Blechſchlauche, welcher unten einſchöpft und theils durch den eigenen Waſſerdruck oder Stoß beim Schöpfen, theils durch die drehende Bewegung das Waſſer hebt. Die Eimer- und Schaufelwerke beſtehen aus einer über zwei Walzen geführten Kette ohne Ende, welche gedreht werden. An der Kette des Schaufelwerkes ſind ſenkrecht ſtehende, in einer Rinne laufende Bretter etwa 1 Geviertfuß groß (Schaufeln genannt) angebracht; die Rinne liegt ſchief mit dem einen Ende im Waſſer, das bewegte Werk ſchiebt das Waſſer mittelſt der anſchließenden Schaufeln in die Höhe. Die Eimerwerke ſtehen ſenkrecht, eine Walze ſteht im Waſſer, an der Kette ſind Eimer befeſtigt, die wie am Schöpfrade ſchöpfen und gießen. Die Seilmaſchine (**Fig. 40.**) iſt ein über 2 Walzen laufendes Seil ohne Ende, welches durch raſche Bewegung das Waſ-

ſer durch Adhäſion hebt; ſeine Wirkung iſt nicht bedeutend. Die Pumpen werden wir erſt ſpäter kennen lernen.

f. Das Eindringen des Waſſers in andere Körper iſt theils eine Folge der Adhäſion, theils des ſenkrechten und Seitendruckes. Es zieht in Schwamm und Läſchpapier, aber es dringt auch in Holz, in Minerale, in andere Stoffe und füllt die Poren dieſer Materien aus. Sehr leicht dringt es beſonders als Regen oder Thau in die Erde und ſikert durch lockere Stein- und Erdmaſſen zu Quellen zuſammen. Merkwürdig iſt die Gewalt, mit der das Waſſer in die Gegenſtände eindringt und ihre Theile aus einander treibt. Keilt man ein Holzſtück in eine kleine Felſenſpalte und gießt man wiederholt auf dieß Holz Waſſer, ſo kann der Felſen geſprengt werden. Man kann dieſe Kraftäußerung zu den Naturgewalten rechnen.

4) Die Zerſetzungs-Kraft des Waſſers und der übrigen Flüſſigkeiten.

Alle Flüſſigkeiten wirken auf die ſtarren Körper nicht blos in der ſchon angegebenen Weiſe, ſondern ſie wirken auf viele derſelben zerſetzend. Viele ſtarre Körper nämlich gehen durch die Verbindung mit flüſſigen Subſtanzen in die tropfbare oder völlig erweichte Form über. Man nennt die Körper in ſofern löslich oder lösbar und die löſende Flüſſigkeit nennt man das Löſungsmittel; Körper, die nicht flüſſig werden, nennt man unlöslich. Waſſer löſet beſonders die Salze, viele Erdarten, Thon, Zucker, manche Harze wie arabiſches Gummi, u. ſ. w.; andere Flüſſigkeiten, wie Sirup, Wein, Bier, Dinte, Milch, verdünnt das Waſſer, während auch in ihnen die vorhergenannten Maſſen ſich zerſetzen. Das Waſſer löſet aber auch Kalk, Schwefel und ebenſo Eiſenerz auf, und bildet ſich, wenn es über eine Schwefelſohle oder über Eiſenerz geht, zu Schwefel- und Sauerbrunnen. Geht es über Kalk, ſo bildet es Tropfſteingebilde; geht es über Salzlager, ſo entſtehen Salzquellen, unter denen die Kochſalzquellen am wichtigſten ſind. — Ein ſehr treffliches Auflöſungmittel für viele Körper beſonders für Harz, Pech, Theer, Wachs, Siegellack u. a. ſind die Spirituoſa. Die am ſtärkſten löſenden Flüſſigkeiten ſind die ſauern Flüſſigkeiten, Eſſig, Lauge, Vitriolöl, Scheidewaſſer u. a., welche ſelbſt die Metalle zerſetzen oder angreifen. Doch wirken auch manche Flüſſigkeiten wieder conſervirend auf feſte Körper. Pflanzen- und Thierſtoffe werden, in Spiritus gelegt, gegen Fäulniß verwahrt. Holz erhält ſich ſehr lange im Waſſer und wird darin oft noch feſter; Rammpfähle von Brücken ſind meiſt unter dem Waſſer ganz friſch, während ſie über demſelben ſchon vermorſcht ſind. — Auf der erweichenden und zerſetzenden Kraft des Waſſers beruht eine Menge von Erſcheinungen in der Natur und zugleich iſt ſie wieder ſehr wichtig im menſchlichen

Geſchäftsleben. In der Natur beruht darauf im Beſonderen die Erweichung des Erdreichs, wodurch wie durch die Feuchtigkeit ſelbſt das Wachsthum der Pflanzen gefördert wird, aber auch die Erweichung des Bodens zu Wieſen- und Sumpfland u. dgl. Im Geſchäftsleben benützen wir die erweichende Kraft bei Verarbeitung vieler Stoffe, wie des Thons und Lehms zu Gefäßen, bei der Auflöſung des Kalks, der Farbeſtoffe und eine ſehr wichtige Rolle ſpielt die Zerſetzungskraft in unſerer geſammten Kochkunſt, bei Bereitung des Brotes, vieler Getränke und ebenſo ſehr beim Reinigen und Waſchen, beſonders der Wäſche, der Gefäße, der Zimmerdielen, unſeres eigenen Körpers u. ſ. w.

5) **Von dem Maſſen-Zuſtande oder von den Aggregatsformen des Waſſers.**

Das Waſſer wie die meiſten andern Flüſſigkeiten haben einen dreifachen Aggregatszuſtand; nämlich nach dem Grade der in ihnen wirkenden Wärme ſind ſie im gewöhnlichen Zuſtande flüſſig, aber durch Abkühlung erſtarren ſie, wogegen ſie durch Hitze ſich in Dämpfe verwandeln; daher iſt ihre Hauptform die Tropfenform, in der Erſtarrung ſind ſie feſte Maſſe, oder Eis, als Dämpfe ſind ſie luftförmige Maſſe. Vieles davon kann erſt ſpäter bei der Lehre von der Wärme näher erörtert werden, hier mag nur, da wir den Flüſſigkeitszuſtand bisher ſchon kennen, noch das Allgemeinſte über den feſten und luftförmigen Zuſtand angedeutet werden.

Das Waſſer iſt in ſeiner feſten Geſtalt als Eis von den übrigen feſten Körpern nicht verſchieden, was ſeine Wirkungen angeht. In ſeiner Structur iſt das Eis von kryſtalliniſcher Bildung und beſteht aus feinen Nadeln und Säulen oder aus regulären Körnern u. dgl. Aber, je nachdem die Einwirkung der Wärme auf das flüſſige oder luftförmige Sein wirkt, entſtehen andere Formen von Eiskörpern; ſo ſehen wir das Eis maſſenhaft in dem gefrornen Spiegel eines ſtehenden Gewäſſers, wo die Oberfläche ſelbſt als feſte Brücke und als majeſtätiſcher Spiegel zugleich ein uns freilich durch die Gewohnheit gleichgiltiges Wunder iſt. Der Durchſchnitt dieſer Maſſen zeigt, daß ſie aus lauter ſenkrechten Eisnadeln und Säulchen beſtehen, zu denen ſich die Tropfen über einander geordnet haben. Wie hier ſo ſind die Eisgeſtalten auch in jedem Gefäße, in welchem Waſſer gefroren iſt. Bei der Bildung der Eismaſſe zeigt ſich abermals eine Naturgewalt. Waſſer in Gefäßen ſprengt nämlich die letzteren gewöhnlich beim Gefrieren; indem bei dem Uebergangsprozeſſe die Theilchen ſich kryſtalliniſch ordnen, dehnen ſie ſich aus und zwar mit der Gewalt, daß ſie jede Wand, die nicht nachgiebt, zerſprengen. Man hat Waſſer in Gewehrläufe gefüllt, ſie mit Draht umwunden und feſt verſtopft, an's Kalte gelegt; das Waſſer gefror und ſprengte

die Läufe. — Außer der maſſenhaften Eisbildung gefriert nun auch durch Abkühlung der Thau, der Regen, ſelbſt Dämpfe in der Luft und ſo entſtehen Reif, körniger und flockiger Schnee. Die Zerlöſung der Eisform erfolgt durch höher ſteigende Wärme. Die Wärme aber macht, daß das Waſſer ſich in Dünſte auflöſet. Der Waſſerdampf oder Waſſerdunſt, auch Waſſergas genannt, beſteht aus unendlich feinen Waſſerbläschen von runder Geſtalt. Man ſieht dieſe Dünſte von kochendem Waſſer aufſteigen, aber wo wir es auch nicht ſehen, findet Dunſtentwickelung ſtatt. So verdünſtet nicht allein immerwährend alles Waſſer an ſeiner Oberfläche, ſondern es entwickeln ſich auch Dünſte aus allen Körpern namentlich aus Pflanzen- und Thierkörpern. Ein ausgewachſener Baum dünſtet täglich an 30 Pfund Waſſer aus, ein Menſch täglich an 5 Pfund. Die Stärke der Ausdünſtung oder Dampfentwickelung ſteigt mit ſteigender Wärme. Die Dämpfe ſind viel leichter als Waſſer, was auch beim Eiſe ſtattfindet, denn es ſchwimmt, aber die Dämpfe ſind auch leichter als die Luft und ſteigen in die Höhe. Die Maſſenform der Dämpfe hat wieder ihr Eigenthümliches, ſie ſind ballenartig und qualmicht und die von der Erde aufſteigenden Dämpfe bilden die Wolken. Von der weitern Betrachtung dieſer Gebilde kann erſt ſpäter die Rede ſein; hier muß nur bemerkt werden, daß die Dünſte durch Abkühlung wieder in Tropfen znſammrollen und dieß nennt man den Niederſchlag der Dämpfe. Im Freien iſt dieſer Niederſchlag der Regen, Thau, Schnee u. ſ. w. Die Dämpfe haben eine gewaltige Ausdehnſamkeit und nehmen einen viel größern Raum ein als das Waſſer; tröpfle Waſſer auf glühendes Eiſen, es wird ſich aus einigen Tropfen eine ganze Wolke entwickeln. Da ſich jedes unendlich kleine Waſſertheilchen zu einem Bläschen geſtaltet, ſo muß es einen großen Raum füllen; man hat durch Verſuche ermittelt, daß die Dämpfe einen 1400 mal größern Raum einnehmen, als Waſſer. Die Ausdehnſamkeit oder Ausdehnungskraft der Dämpfe hat nun aber eine Gewalt, welche alle unſere Vorſtellungen übertrifft. Denn auf dieſer Ausdehnungskraft beruht die Einrichtung und Wirkſamkeit aller Dampfmaſchinen, welche ungeheuere Fabrikwerke aller Art in Betrieb ſetzen und die Wagenzüge auf den Eiſenbahnen, die Dampfſchiffe auf der See und in großen Strömen mit einer ſo unglaublichen Schnelligkeit forttreiben. Ihre Erfindung iſt für die geſammte menſchliche Induſtrie und Geſchäfts-Speculation von ſo hoher Wichtigkeit, wie die Erfindung der Buchdruckerkunſt für das geiſtige Leben. Eine nähere wenn auch kurze Beſchreibung einiger Maſchinen für Dampfkraft möge hier Platz finden.

Die Erfindung der Dampfmaſchinen geſchah um 1699 durch einen Engländer Thomas Savery oder nach andern vom Marquis von

Worcheſter, während um dieſelbe Zeit ein Deutſcher Dionyſius Papinus in Marburg eine ganz ähnliche Maſchine zuſammenſetzte. Bedeutende Verbeſſerungen brachte man um die Mitte des vorigen Jahrh. an, aber erſt 1823 verbeſſerte ein Maſchinenbauer Perkins dieſe Maſchine; man nennt dieſe verbeſſerte Art die Hochdruckmaſchine. „Die Dampfmaſchine iſt die Königin der Maſchinen.“ Die ganze Einrichtung aller derartigen Maſchinen beſteht einfach darin, daß Dämpfe entwickelt und in Leitungsröhren zur Ausübung der Ausdehnungskraft angewendet werden. Ihre Haupttheile ſind folgende: 1) ein Dampfkeſſel nebſt Feuerherd; jener dient zum Aufnehmen des Waſſers, das ſich darin zu Dämpfen entwickelt; damit der Keſſel nicht geſprengt wird, ſind Sicherheitsventile angebracht, die von ſelbſt aufſpringen, wenn der Druck zu groß iſt. 2) Mit dem Dampfkeſſel verbunden ſind die Leitungsröhren oder Dampfcylinder, in welchen ſich feſtanſchließende Kolben bewegen; es ſind gewöhnlich zwei Röhren und während der ſich ausdehnende Dampf den einen Kolben hinſtößt, geht der andere zurück. 3) Mit dem Ende der Kolbenſtangen iſt entweder das Balancierwerk oder es ſind mit ihnen durch Zwiſchen-Vorrichtungen, als Kurbeln oder Wagebalken die Räder verbunden, welche die Triebkraft fortpflanzen. Zahlreich und verſchieden ſind die Kraftarme, welche eine ſolche Maſchine über alle Räume eines Fabrikgebäudes ausſtrecken kann und ſie, welche ſich ſelbſt in ihrer ganzen Thätigkeit regulirt und von einem Kinde geleitet werden kann, verrichtet mit Sicherheit die Arbeiten von tauſenden von Händen. Hier ſpinnt ſie auf einigen tauſend Rädchen die feinſten Fäden und dort webt ſie davon Zeuge und rollt, preßt, färbt, druckt, mangelt ſie oder kampelt und bereitet das Material; hier bereitet ſie das Getreide zu Malz, pumpt Waſſer in die Bottige, hebt die heiße Würze in die Kühlpfanne, über welcher ſie die Fächer dreht, ſchafft herbei oder fort, was nöthig iſt. In Bergwerken ſchafft ſie das Waſſer aus den Gruben, windet die gewonnen Materialien zu Tage. In den Metallfabriken bearbeitet ſie die Metalle, ſie hämmert, zerſchneidet, preßt, bohrt, drechſelt, walzt dieſelben und zieht die feinſten Drähte u. ſ. f., hier bewegt ſie die Dampfwagen und Dampfboote mit unglaublicher Eile. — Bei dem Eiſenbetriebe heißt die Dampfmaſchine Lokomotive d. h. die fortbewegende, von der Stelle bewegende Maſchine. Der Dampfkeſſel oder der ganze Dampfapparat ſteht ſelbſt auf einem Wagen. Unterwärts oder ſeitwärts von dem langen Dampfkeſſel gehen die Leitungsröhren mit den Kolben. Dieſe ſind mit den kurbenförmigen Achſen zweier Räder in Verbindung gebracht, welche die Achſen und die an ihnen feſtgemachten Räder bewegen. Wenn aber zwei Räder eines Wagens bewegt werden, ſo bewegen

ſich die andern von ſelbſt und alle Räder derjenigen Wagen, die man einem bewegten Wagen anhängt, bewegen ſich ebenfalls von ſelbſt, ſo iſt es auch mit dem ganzen Wagenzuge eines Schienenweges. Bei den Dampfſchiffen ſteht die Maſchine in der Mitte des Schiffes und treibt die Schaufelräder an beiden Seiten des Schiffes. Dampfwagen und Dampfſchiffe legen in 1 Stunde 5—12 Meilen zurück. Die Wirkung oder der Effect der Dampfmaſchinen wird nach Pferdekraft beſtimmt und man ſagt daher: die Maſchine hat 20, 60, 150, 600 Pferdekraft.

Wie die Ausdehnſamkeit der Dämpfe hier in der genannten Weiſe benutzt wird, ſo finden auch die Wirkungen des Dampfes noch anderweitige nützliche Anwendung. Der Dampf zerſetzt nämlich ſtärker als gewöhnliches Waſſer, deshalb wendet man ihn bei der Reinigung gewiſſer Gegenſtände an. In Brauereien und Brennereien werden die Gefäße, beſonders die Bottige und Fäſſer mit Dampfe geſpühlt; es wird Waſſer durch zugelaſſene Dämpfe faſt augenblicklich zum Kochen gebracht. Ferner werden die Dämpfe ſelbſt zum Kochen angewendet. Gegenſtände, die beim gewöhnlichen Kochen langſamer gahr werden, werden es ſchneller und vortheilhafter durch Dämpfe. So kocht man Kartoffeln und andere Dinge durch Dampf. Knochen kann man durch Dämpfe weichkochen. Man bedient ſich zum Kochen mit Dämpfen am bequemſten des ökonomiſchen Dampfkochtopfes. Ein Kochtopf im Innern unterhalb der Hälfte ſeines Raumes mit einem Rande umgeben, worauf ein durchlöcherter Boden gelegt wird, kann als Dampfkochtopf dienen; in den Raum unter dem durchlöcherten Boden kömmt Waſſer, darüber Kartoffeln oder Fleiſch oder andere Dinge, ein Deckel ſchließt die obere Oeffnung und ſo kocht es ſchnell. Außerdem benützt man die Dampfwirkung noch bei unzähligen andern Dingen.

6) Das Waſſer und andere Flüſſigkeiten in ihrer Bedeutung für die organiſche Natur und den Menſchen.

Die Flüſſigkeiten haben mehr oder weniger zu ihrem Grundſtoffe das Waſſer. Viele derſelben werden nur bereitet durch Auflöſung feſter Stoffe im Waſſer. Die Natur bereitet ſelbſt die Pflanzenſäfte, die thieriſchen Säfte aus wäſſrigen und feſten Stoffen. Das Pflanzenleben wie das Thierleben bedarf des Waſſers als eines weſentlichen Elements ſeines Beſtehens und das Einſaugen findet bei den Pflanzen ebenſo gut durch Saugwerkzeuge wie bei Thieren und bei dem Menſchen durch Trinken ſtatt. Auf dieſe Art ſtillt das Waſſer den Durſt aller organiſchen Geſchöpfe und ſichert dadurch ihr Beſtehen, ihre Geſundheit. Neben dem reinen Labetrunke des Waſſers hat jedoch der Menſch noch eine Menge von Getränken erfunden, welche zu ſeiner Exiſtenz zwar nicht unmittelbar nöthig ſind, die er jedoch

als treffliche Nahrungsmittel gebraucht, oder als Stärkungsmittel für die Geſundheit anwendet. Viele ſolche Getränke werden aus Pflanzenſtoffen entweder unmittelbar durch Preſſen, wie Trauben- und Obſtwein, oder durch Abkochung wie Kaffee, Thee Bier, Branntwein, flüſſige Arzeneien, oder auf andere Weiſe gewonnen. Viele ſolche Getränke wirken jedoch bekanntlich durch ihre erhitzende Kraft verderblich auf die Geſundheit, wie Branntwein. Einen nicht weniger wichtigen Gebrauch macht der Menſch vom Waſſer, indem er es als Reinigungs- und Stärkungsmittel für ſeinen Körper anwendet, als welches es auch ſelbſt den Thieren unentbehrlich iſt, auch abgeſehen davon, daß es für eine große Klaſſe von Thieren nämlich für Fiſche, Amphibien das einzige Lebenselement ausmacht. Der Menſch verſteht es die ſtärkende und innerlich wie äußerlich reinigende Kraft des Waſſers in mancherlei Art in Anwendung zu bringen. Das kalte Waſſer hat ſich zwar als vorzüglich der Geſundheit förderlich bewährt, aber doch benutzt auch der Menſch es in ſeiner Dampfgeſtalt nämlich in den Dampfbädern. Das Dampfbad wirkt beſonders auf die Wiederbelebung unterdrückter Hautthätigkeit und deshalb wird in den Badeanſtalten der Körper erſtens durch heiße Dämpfe erhitzt, dann mit reibenden Gegenſtänden frottirt und unter kalten Brauſen abgekühlt, wohl auch in Decken gewickelt, zum ſtarken Schweiße gebracht und nochmals derſelben Dampf- und Abkühlungs-Procedur unterworfen. Kalte Bäder härten vornehmlich den Körper gegen die Einflüſſe der Witterung; warme Waſſerbäder ſind eher geeignet, den Körper zu verweichlichen und zu ſchwächen. Aeußerſt wohlthätig wirken kalte Flußbäder in möglichſt ſtarkem Wellenſchlage. Aber dem des Schwimmens Unkundigen iſt Vorſicht, dem Verwogenen Beſonnenheit anzuempfehlen, ehe er ſich tiefen und unſichern Wäſſern anvertraut, wenn er nicht Geſundheit oder Leben aufs Spiel ſetzen will. In größern Gewäſſern darf man ſich bei geſetzlicher Strafe an keiner andern Stelle, als nur an ausgeſteckten und beaufſichtigten Badeplätzen baden. In Mineral-Bade-Anſtalten und Kalt-Waſſer-Heilanſtalten ſuchen Kranke ihre Geſundheit wieder herzuſtellen.

Daß der Menſch die Druck- und Stoßkraft des Waſſers bei Fabrik- und Mühlen-Werken, die Steige- und Fall-Thätigkeit deſſelben zur Anlegung von Brunnen oder zu Einrichtung künſtlicher Fontainen benutzt, wurde ſchon oben angeführt, ebenſo war die Rede, daß er damit Stoffe auflöſet und erweicht oder flüſſig macht wie Farben, Tünchmittel u. ſ. w. Dem Allem muß noch hier hinzugefügt werden, daß der Menſch die Waſſerkraft auch zu beſchränken ſucht, die Wäſſer eindämmt, wo ſie ſich zuweit ausbreiten, ſie hemmt, wo ſie zu ſtarke Gewalt üben und überhaupt das Element in ſeiner ganzen Wirkſamkeit zu beherrſchen bemüht iſt. Gleichwohl überbricht es ſeine vom

Menſchen geſetzten Schranken nicht ſelten und vor ſeinem entfeſſelten Walten ſinken nicht nur jene Schranken, ſondern alle Menſchenwerke überhaupt in Nichts zuſammen und Brücken, Häuſer, Dämme, Straßen zertrümmert es und reißt es mit fort, entwurzelt die ſtärkſten Bäume, und entwickelt ſo ſeine unbeſchränkte Naturgewalt, die der Schöpfer darein legte, ſeine Majeſtät zu bekunden. So iſt das wohlthätige, lebenſpendende Element auch der Schrecken des Menſchen und der erhabene Schöpfer läßt uns ſeine Liebe und ſeine Majeſtät darin gleichdeutlich erkennen.

Fünfter Abſchnitt.

Von der Luft.

1) Daſein, beſondere Eigenſchaften und Geſtalt des Luftſtoffes.

Die Luft kann durch das bloße Auge nicht wahrgenommen werden. Das Vorhandenſein der Luftmaſſe gewahren wir lediglich, wenn wir ſie in einer Blaſe verſchloſſen halten, oder wir nehmen ſie wahr beim Einathmen, beim Fächeln mittelſt der Hand vor dem Geſicht, überhaupt an ihren Wirkungen, wenn ſie bewegt iſt, oder wenn ſie in einem aufs Waſſer geſtürzten Glaſe dem Waſſer das Eindringen nicht geſtattet oder endlich, wenn ſie dabei etwa in Blaſen entweicht, wofern wir das Glas tiefer eindrücken. Wie unter den Flüſſigkeiten das Waſſer, ſo iſt unter den Luftarten die *atmosphäriſche Luft* der Luftkörper, der am meiſten bei allen Erſcheinungen in Betracht kommt.

Die Luft iſt eine ſehr feine, im reinen Zuſtande völlig durchſichtige Körpermaſſe und umfließt wie ein Meer in einer gewiſſen Höhe unſern ganzen Erdkörper. Weil ſie in einer gewiſſen Dichtigkeit uns und alle Gegenſtände umfließt, ſo erſcheinen die weit von uns getrennten Dinge, wie Wälder, Berge und andere Gegenſtände in einen blauen Flor gehüllt; ſo erſcheint auch das Himmelsgewölbe ſchön blau. Wir nennen den ganzen Luftraum die *Erdatmosphäre*. Die Luft erfüllt alle Räume, in denen andere Maſſen nicht vorhanden ſind, daher füllt ſie alle größeren und kleineren Zwiſchenräume des Erdkörpers und aller andern Körper, ſelbſt des Waſſers. Jeder leere Raum alſo iſt ein Luftbehälter und daher giebt es eigentlich in der Natur keinen leeren Raum. Räume dagegen, welche gegen den Zutritt der Luft völlig abgeſchloſſen ſind, nennt man *luftdicht verſchloſſene Räume*. Die Luft hat übrigens alle Eigenſchaften der andern Körper; einige treten an ihr ſehr ſtark hervor. Sie iſt nämlich beſonders leicht theilbar, leicht beweglich und verſchiebbar, äußerſt elaſtiſch, zuſammendrückbar und ausdehnſam

und von geringer Schwere. Ihr Zuſammenhang wird durch die geringſte Berührung geſtört, ihre Theile kann man nicht anders geſondert ſehen, als wenn ſie durch das Waſſer aufſteigen. Ihre Zuſammendrückbarkeit und ihre Elaſtizität kann man ſehr leicht prüfen, wenn man Luft in einer Blaſe zuſammenpreßt; in jeder aufgeblähten Blaſe iſt eigentlich ſchon verdichtete oder comprimirte Luft; aber ſie läßt ſich doch noch drücken und dehnt ſich wieder aus, wenn der Druck nachläßt. Ebenſo iſt die Luft ſehr ausdehnſam, indem, wenn ſie in einem Räume verdünnt wird, die zurückbleibende ſtets wieder den ganzen Raum ausfüllt. Daß ſie viel leichter iſt als andere Körper, beweiſet ſchon ihr Verhalten im Raume, da ſie über dem Waſſer ſteht oder in demſelben in die Höhe ſteigt. In einer ziemlich mit Waſſer gefüllten Röhre oder Flaſche iſt die Luft ſtets oben. Die Luft iſt alſo ein elaſtiſch-flüſſiger, leicht theilbarer, feiner, völlig durchſichtiger Körper.

2) Die Luft im Zuſtande der Ruhe oder des Gleichgewichts.

Da die Luft elaſtiſch-flüſſig iſt, ſo halten ſich die Theilchen derſelben wie die Theilchen des Waſſers nach allen Richtungen hin das Gleichgewicht. Alle Erſcheinungen dieſes Gleichgewichts knüpfen ſich aber a) an die Dichtigkeit, b) an den Druck oder die Schwere, c) an das ſpecifiſche Gewicht der Luft.

a) Die Dichtigkeit der athmosphäriſchen Luft iſt in den Tiefen der Erde und an ihrer Oberfläche ſowie in den Höhen nicht gleich. Die Erfahrung lehrt, daß in tiefen Schachten der Bergwerke die Luft durch ihre Dichtigkeit uns beengt, bis wir daran gewöhnt ſind. Auf Berghöhen iſt ſie dagegen wie uns unſer Gefühl lehrt, fein und dünn. Wenn man im Thale ein Gefäß luftdicht mit einer Blaſe verſchließt und auf einen Berg ſteigt, ſo wird die Blaſe in die Höhe ausgedehnt und ſticht man oben auf dem Berge mit einer Nadel in die Blaſe, ſo pfeift die dichtere Luft heraus; entgegengeſetzte Erſcheinungen zeigen ſich, wenn man das Gefäß auf dem Berge verſchließt und ins Thal trägt. Es ſteht demnach als Geſetz feſt: die Dichtigkeit der Luft nimmt nach oben ab, nach unten zu, oder die Luft iſt dichter in Tiefen und an der Erdoberfläche und wird dünner, je höher man ſteigt. In einer Tiefe des Erdkörpers von 80 Meilen würde die Luft ſchon dichter ſein als Gold. Aus der Zu- und Abnahme der Dichtigkeit der Luft hat man berechnet, daß die Erdatmosphäre, alſo die Lufthülle um den Erdkörper, in überall gleicher Höhe und zwar $10\frac{3}{4}$ Meilen den Erdkörper umſchließen müſſe. Merkwürdig iſt es, daß mit der vergrößerten Verdünnung ihre Bläue abnimmt. Auf dem Gipfel hoher Gebirge wie auf dem Montblanc, dem Ortler, dem Chimboraſſo ſehen die

Reiſenden den Himmel ganz düſter, grau und dunkel werden. Ein anderes wichtiges Geſetz für die Grade der Dichtigkeit der Luft iſt: die ungleich dichte Luft ſucht ſich mit der ſie umgebenden ins Gleichgewicht zu ſetzen, oder gleiche Dichtigkeit anzunehmen, d. h. die dichtere Luftſchicht dehnt ſich ſo lange aus, bis ſie den Nebenſchichten an Dichtigkeit gleich iſt, oder iſt ſie eingeſchloſſen, ſo drückt ſie gegen die Wände des Gefäßes.

Die Luft läßt ſich in einem beſtimmten Raume verdichten, aber ebenſo auch verdünnen. In dieſem Raume dehnt ſie ſich, ſie mag dicht, oder verdünnt ſein, gleichmäßig aus. Nach der größeren oder geringeren Dichtigkeit richtet ſich dann zugleich ihre Ausdehnſamkeit und es gilt als Geſetz: die Ausdehnſamkeit nimmt im Verhältniß zur Dichtigkeit zu, d. h. je dichter die Luft iſt, deſto ſtärker ſucht ſie ſich auszudehnen und deſto mehr ſucht ſie die ſie umgebenden Schranken alſo die Gefäßwände auseinander zu drängen. Die ſehr wichtigen zur Luftverdichtung und Luftverdünnung anwendbaren phyſikal. Inſtrumente ſind die Luftpumpen und zwar 1) die Luftverdichtungspumpe oder Compreſſionsmaſchine und 2) die eigentliche Luftpumpe oder Luftverdünnungspumpe. Die Compreſſionspumpe (**Fig. 41.**) beſteht aus einem Cylinder mit feſtſchließendem Kolben und mit einem Ventile am untern Ende, ſo wie mit einer kleinen Seitenöffnung am obern Ende. Durch dieſe letztere ſtrömt Luft in den Cylinder, ſtößt man den Kolben zu, ſo wird ſie durchs Ventil in das Gefäß getrieben, zieht man zurück, ſo ſchließt das Ventil und neue Luft ſtrömt durch die obere Oeffnung ein, die man wie vorher ins Gefäß treibt. Es iſt ſehr gefährlich, in einem Gefäß die Luft allzu ſtark zu verdichten; denn wenn ſie die Wände ſprengt, richtet ſie bei ihrer Ausdehnung große Zerſtörungen an. Die Luftpumpe (**Fig 42**) kann auf verſchiedene Art conſtruirt ſein. Ein Hohl-Cylinder mit Kolben endet in einen engen Cylinder, an deſſen Mündung ein Teller befeſtigt iſt; auf den Teller ſtellt man luftdicht eine Glasglocke, welche der Recipient genannt wird; an der dünnen Röhre ſind Ventile oder Hähne angebracht, die den Recipienten von der äußern Luft abſchließen, aber geſtatten, daß die Luft, welche beim Zurückziehen des Kolbens aus dem Recipienten in den großen Cylinder tritt, beim Zuſtoßen entweicht. Auf dieſe Weiſe entledigt ſich die Glocke allmählig der Luft bis zu einem bedeutenden Grade von Verdünnung, aber ganz kann ſie nicht fortgeſchafft werden. Die Anwendung der Compreſſionspumpe, wie der Luftpumpe, welche letztere von Otto von Guericke etwa um 1640 in Magdeburg erfunden wurde, werden wir erſt ſpäter zeigen.

Wir wenden uns noch einmal zur Luftverdichtung zurück. Luftverdichtung findet ſchon ſtatt, wenn wir Luft in eine Blaſe treiben, ſo daß

ſie ausgedehnt und angeſpannt wird, eben ſo wenn wir ein Glas umgekehrt aufs Waſſer drücken. Die Luft bleibt im innern Raum, erleidet aber eine Zuſammenpreſſung. Darauf beruht die Einrichtung der Taucherglocke, die ein hohles glockenartiges Gefäß iſt, in welchem ſich ein Menſch ins Waſſer hinablaſſen kann, um Gegenſtände zu holen; beſonders gebraucht man ſie zur Korallenfiſcherei und zum Aufſuchen der bei Schiffbrüchen verſunkenen Gegenſtände.

b) Druck der Luft. Vermöge ihre Schwere drückt die obere Luft auf die untere und daher erklärt ſich noch deutlicher die Zunahme ihrer Dichtigkeit von oben nach unten. Dieſer Druck der Luft iſt naturlich zunächſt ein ſenkrechter Druck, aber vermöge ihrer leichten Verſchiebbarheit drückt ſie nothwendig auch eben ſo nach den Seiten und vermöge ihrer Spannkraft bei der Verdichtung drückt ſie endlich auch nach oben d. h. die Luft drückt nach allen Seiten. Wo demnach in einem Raume die Luft entweicht, da ſucht die umgebende Luft hinzudringen und wenn ſie Gegenſtände auf dem Wege findet, ſo treibt ſie dieſelben in den Raum hinein; dieß iſt beſonders der Fall, wenn ſie auf dem Wege auf Flüſſigkeiten ſtößt. Dieſer Druck iſt die Urſache, daß Luft in den Blaſebalg dringt, das Athmen, Saugen, Trinken, Rauchen u. a. Dinge beruhen darauf. Sehr wichtige andere Erſcheinungen laſſen ſich eben daher nur erklären. Es iſt bekannt, daß eine mit Waſſer gefüllte Röhre oder ein damit gefülltes Gefäß, (deſſen Oeffnung man mit einem Blatte Papier bedecken muß), mit der Oeffnung nach unten gekehrt, gefüllt bleibt oder daß kein Waſſer ausfließt; eben ſo iſt es mit einem Faſſe, deſſen Spuntöffnung geſchloſſen iſt; es fließt aus dem geöffneten Zapfenloche die Flüſſigkeiten nicht aus; dieß iſt eine Folge des äußeren Luftdruckes. Es ergiebt ſich dabei, daß das Queckſilber dieſelben Erſcheinungen zeigt, wie das Waſſer und daß in einer oben geſchloſſenen, mit der Oeffnung nach unten gekehrten Röhre das Queckſilber 28 Zoll, Waſſer dagegen 32 Fuß ſtehen bleibt, ohne daß vermöge der Schwere etwas ausfließt, daß alſo eine Queckſilberſäule von 28 Zoll Höhe und eine Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe von der Luft getragen wird, oder auch, daß dieſe Flüſſigkeiten von dem Luftdrucke in luftleere Räume bis zu der genannten Höhe hinaufgetrieben werden. Dieſes Geſetz, das zuerſt von dem italieniſchen Naturforſcher Torricelli in Florenz 1642 durch Verſuche ermittelt wurde, drückt man in folgenden Worten aus: der Druck der atmoſphäriſchen Luft iſt dem Gewichte einer Queckſilberſäule von 28 Zoll, oder einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe gleich. Man kann ſich dieß ungefähr alſo erklären, daß man ſich neben einer ſolchen Waſſer- oder Queckſilberſäule eine Luftſäule denkt von derſelben Stärke und von der Höhe der Atmoſphäre. Da nun eine Queckſilberſäule von

von 1 Geviertzoll Dicke und 28 Zoll Höhe etwa 15 Pfund wägt, ſo drückt an den niedrigſten Stellen der Erdfläche die Luft auf jeden Geviertzoll mit dem Gewicht von 15 Pfund, alſo auf jeden Geviertfuß mit dem Gewicht von 15. 144=2166 Pfund. Gegen gerundete Flächen mäſſigt ſich der Druck ſehr. Natürlich muß dieſer Druck abnehmen, je höher ein Gegenſtand ſich befindet, da die Luft an Dichtigkeit abnimmt und die darauf drückende Luftſäule, die man ſich über jedem Gegenſtande denken kann, mit ſteigender Höhe kürzer wird. Beſonders zu bemerken iſt es hier, wie unglaublich groß nach dieſer Erfahrung der Luftdruck auf den Menſchen iſt. Derſelbe hat nämlich gegen 14 Geviertfuß Oberfläche, die alſo einen Luftdruck von 14.2160 =30,240 Pfund erleidet, was, ſo unglaublich es iſt, durch die Gewohnheit, durch die abgerundete Geſtalt unſerer Gliedmaßen, endlich beſonders durch den gleichen Gegendruck von innen, für uns unmerklich iſt.

Auf den Druck der Luft und die dabei gemachten Beobachtungen gründen ſich wieder eine Menge von Inſtrumenten und Apparaten. Vor allen gehört hierher das *Barometer*, ferner die *Heberarten*, die *Waſſerpumpen*, die *Spritzen*, der *Zaubertrichter* und *Zauberbecher*, der *Heronsball*, der *Heronsbrunnen* und *Lichterbrunnen*, die *Windbüchſe* und andere Inſtrumente.

Das Barometer d. i. der *Luftſchwere-Meſſer* von Torricelli erfunden (**Fig. 43.**), dient dazu, den jedesmaligen Druck der atmosphäriſchen Luft zu meſſen. Man unterſcheidet *Heberbarometer* und *Gefäßbarometer*; beide beſtehen aus einer 30 Zoll langen Glasröhre, die mit Queckſilber gefüllt oben ganz zugeſchmolzen mit der Oeffnung nach unten gekehrt und entweder umgebogen iſt, oder in ein Gefäß mit Queckſilber ausgeht. Das Queckſilber ſteht in der Regel zu 28 Zoll Höhe und über ihm entſteht ein luftleerer Raum, die Torricelliſche Leere genannt. Die Röhre iſt an einer Holzſcheibe befeſtiget und oben iſt ein Zollmaaß, Skala genannt, von Papier angebracht, welches die Zolle von 24—28 enthält und auf welcher zugleich Witterungs-Unterſchiede angegeben ſind. Die Queckſilberſäule ſteigt, wenn die Luft ſchwerer wird und ſinkt, wenn ſie leichter wird; man nennt die jedesmalige Höhe der Queckſilberſäule den *Barometerſtand*. Das Barometer wird als Mittel angewendet, das Wetter nach ſeinen Veränderungen zu beſtimmen und heißt als ſolches *Wetterglas*, aber es iſt ein unſicherer Wetterprophet und man kann einen ſichern Schluß niemals machen. Mit einiger Zuverläſſigkeit weiß man nur, daß bei Erdbeben und herannahenden Stürmen das Barometer plötzlich fällt; beim Regen deutet ſein Steigen auf heiteres Wetter, dagegen deutet das Fallen bei ſchönem Wetter häufig auf Regen. Zu beſtimmten Zeiten findet ein *Schwanken* des *Barometerſtandes* ſtatt; dieß

iſt bei uns 14 Tage vor und 14 Tage nach den Nachtgleichen der Fall. Ebenſo iſt die Stellung des Barometers verſchieden nach dem Standpunkte und nach der Temperatur. Auch hat man noch tägliche, jährliche und nach dem Wechſel der Jahreszeiten erfolgende Schwankungen bemerkt. Endlich iſt auch der Barometerſtand unter dem Aequator verſchieden von dem unter nördlicheren und ſüdlicheren Gegenden. Das Barometer iſt auch ein Mittel Berghöhen zu beſtimmen nach dem Geſetze, daß der Druck geringer ſein muß, je kürzer und dünner die Luftſäule wird. Man hat wahrgenommen, daß der Barometer auf dem Brocken (3600′) $24\frac{1}{4}$ Zoll, auf der Schneekoppe (5100′) nur 23 Zoll, auf dem St. Gotthart (8600′) 21 Zoll, auf dem Aetna (10,000′) 19 Zoll, auf dem Montblanc (14,800′) 16 Zoll, auf dem Chimboraſſo (21,000′) etwa 13 Zoll hoch ſteht. Allein die Beſtimmung und Berechnung dieſer Höhen iſt ſchwer, da die einwirkenden Urſachen der Temperatur, des Luftzuges u. ſ. w. fortgeſetzte Correctionen nothwendig machen.

Ehe wir zu den übrigen Inſtrumenten übergehen, iſt es nothwendig, einige an denſelben vorkommende Einzelnheiten zu erklären. Dieß ſind (**Fig. 44.**) zuerſt die Klappen oder die Ventile und die Hähne. Jede für den Verſchluß einer Oeffnung beſtimmte Klappe die durch Luft- oder Waſſerdruck, durch Federkraft, durch Schwere geöffnet oder geſchloſſen wird, heißt eine Windklappe oder ein Ventil. Man unterſcheidet Platten-, Druckfeder-, Kugel-, Kegel-, Scheiben-Ventile, die bald eine Oeffnung ſchließen, bald offen halten. Von ihnen verſchieden ſind die Hähne, die nach dem Bedürfniß, durch Menſchenhände gedreht, ſchließen oder öffnen; ſie ſind meiſt runde Zapfen und entweder hohl, oder ſind quer durchbohrt oder unter einem Winkel durchbohrt. Außer dieſen Dingen merke man noch die Benennung Stiefel, womit ein Rohr mit einem beweglichen Kolben bezeichnet wird. Was Sprungröhren, Spritz- oder Ausgußröhren ſind, wird ſich leicht von ſelbſt ergeben. Wir kehren zurück zu den Inſtrumenten.

Der Heber. Dieſes Inſtrument dient dazu, Flüſſigkeiten aus einem Gefäß heraus zu heben oder zu leiten. Es giebt daher Senk- oder Stechheber (**Fig. 45**) d. i. Röhren mit enger Oeffnung am untern Ende, nach oben bauchartig erweitert. Man ſenkt den Stechheber in die Flüſſigkeit, zieht dieſelbe durch Saugen des Mundes in die Höhe, ſchließt die obere Oeffnung und hebt die Flüſſigkeit heraus, die man in ein anderes Gefäß abläßt. Der Saugheber (**Fig. 46**) beſteht aus einer winkelartig gebogenen Röhre. Man ſetzt ein Ende in die Flüſſigkeit, ſaugt am andern und dieſe Flüſſigkeit ſteigt in die Höhe und fließt durch den andern Schenkel ab. Die dieſes Ausfließen bewirkenden Urſachen ſind der gleichſtarke Druck auf die

Flüſſigkeit im Gefäße und auf die Ausflußöffnung, ſo wie die im zweiten Schenkel wirkende Schwere der Flüßigkeit. Dieſe ſelbſt hört auf zu fließen, wenn ſie einer der beiden Schenkelöffnungen gleich ſteht. Mittelſt einer Saugheber-Vorrichtung kann man die Flüſſigkeit über eine Anhöhe, die jedoch nicht über 32 Fuß hoch ſein darf, hinweg leiten. Heberwirkſamkeit findet ſtatt beim Zaubertrichter (**Fig. 47**); es iſt ein Trichter mit doppeltem Gefäß, deſſen Wände einen bedeutenden Zwiſchenraum haben; eine kleine Oeffnung am Henkel bei c wird mit dem Daumen verſchloſſen, das Waſſer im obern Raume fließt aus und zieht man den Daumen, von der Oeffnung, ſo fließt erſt das Hohlgefäß aus. Der Zauberbecher (**Fig. 48**) enthält eine heberartige Vorrichtung, die vom Boden durch den Henkel geht und wodurch alle Flüſſigkeit ausfließt, wenn man das Gefäß bis zur Höhe des Randes voll füllt.

Eine dieſem Zauberbecher ähnliche Einrichtung muß in manchen periodiſchen Quellen ſtattfinden und ganz ſo mag ſie ſein in dem Zirknitzer See im Königreiche Illyrien. Bei Regenwetter füllt ſich der See und iſt er zu einer gewiſſen Höhe geſtiegen, ſo fließt er durch einen verborgenen Abzugs-Kanal ab.

Die Waſſerpumpen. Dieſes ſind Maſchinen, durch welche Waſſer aus einer Tiefe in die Höhe gehoben werden ſoll. Sie ſind nach ihrer Einrichtung entweder Saugpumpen oder Druckpumpen; die Einrichtung der Saugpumpe (**Fig. 49.**) iſt folgende: Ein Saugrohr oder ein Stiefel ſteht in einem Waſſerbehälter, in der Röhre bewegt ſich ein Kolben, der ſo wie das untere Ende des Rohres mit einem nach oben aufgehenden Ventile verſehen iſt; oberhalb des Kolbens iſt die Ausgußröhre und an der Kolbenſtange ein Schwengel; geht der Kolben in die Höhe, ſo dringt durch das Ventil am Boden Waſſer in den vom Kolben luftleer gemachten Raum, und geht jener wieder herab, ſo tritt dieß Waſſer durch das Kolbenventil über den letztern und fließt nach wiederholten Pumpenzügen durch die Ausgußröhre ab. Bei den Druckpumpen (**Fig. 50**) iſt im Kolben kein Ventil, dagegen am Boden des Saugrohres eine Seitenöffnung, wodurch das Waſſer in einem aufgeſetzten Steigerohre durch wiederholten Druck hinaufgetrieben wird. Durch Druckwerke kann Waſſer in bedeutende Höhen gehoben werden, aber in Saugwerken eigentlich nur bis zur Höhe von 32 Fuß. Soll es daher höher ſteigen, ſo bringt man repetirende Pumpenwerke an, d. h. man läßt das gehobene Waſſer in einen Behälter abfließen und ſetzt in dieſen abermals ein Pumpenwerk; oder man wendet eine Druckpumpe an, die allerdings koſtſpieliger iſt wegen des doppelten Rohres; bei Druckwerken kann übrigens der Saugſtiefel ſehr kurz ſein.

Die Spritze. Eine jede Spritze beſteht aus einem Rohre mit einem Kolben und hat den Zweck, eine Flüſſigkeit aufzunehmen und durch den Druck des Kolbens auf die Flüſſigkeit, dieſe fort zu ſtoßen; es ſind alſo die Spritzen eigentliche Druckpumpenwerke. Es giebt Spritzen zu verſchiedenem Gebrauche. Zu den wichtigſten gehören die Feuerſpritzen. Dieſe ſind Handſpritzen und große Feuerſpritzen, letztere gewöhnlich auf einem Wagengeſtell feſtgeſetzt. Die Handſpritze enthält einen Stiefel mit Kolben, ziehe ich dieſen, die Spritze des Kolbens in Waſſer tauchend, zurück, ſo treibt die äußere Luft das Waſſer in den unter dem Kolben entſtandenen luftleeren Raum hinein und ich kann dieſe Flüſſigkeit durch den Niederdruck des Kolbens fortſchleudern. Die eigentliche Feuerſpritze, (**Fig. 51.**) auch Schlauch-Spritze genannt, enthält einen auf einem Wagengeſtell ruhenden Waſſerbehälter, darin ſtehen ſenkrecht zwei kurze Saugröhren, gewöhnlich aus Meſſing; in ihnen bewegen ſich die Kolben, deren Stangen an einem Wagebalken befeſtigt ſind; aus den Saugröhren führen Seitenröhren in das in der Mitte ſtehende Ausgußrohr. Am Boden der Saugröhren und an den Seitenröhren ſind Ventile angebracht. Bei jedem Auf- und Niederziehen der Kolben durch den Wagebalken tritt Waſſer in die Saugröhre, ſtrömt in Folge des Kolbendruckes durch die Seitenröhren und das Ausgußrohr in einem weiten Strahle aus. Das Ausgußrohr hat Gelenkvorrichtungen oder Scharniere und kann nach jedem Punkte des Feuers gerichtet werden. Wo ſich die Seitenröhren vereinigen, iſt ein Windkeſſel, in welchem ſich beim Eintritt des Waſſers die Luft verdichtet, die dann dem Waſſer noch mehr Schnellkraft giebt. An der Seite dieſes Keſſels kann man an einer dazu beſtimmten Oeffnung einen Hanfſchlauch anſchrauben und mittelſt deſſen dem Feuer in größern Entfernungen und in beengten Räumen beikommen.

Der Heronsball, der Heronsbrunnen, die Windbüchſe. Die Wirkſamkeit dieſer Apparate beruht auf dem durch die Ausdehnung der verdichteten Luft entſtehenden Drucke. Wo die Luft verdichtet wird, ſucht ſie ſich auszudehnen, ſucht daher einen Ausweg aus dem Gefäße und treibt Dinge, welche ihr den Ausweg verſperren, vor ſich her. Der Heronsball (**Fig. 52**) iſt ein Gefäß, in welchem eine ſenkrechte Röhre faſt bis an den Boden reicht; füllt man das Gefäß zur Hälfte mit Waſſer und verdichtet man dann die darin bleibende Luft, ſo drückt ſie gegen die Wände und gegen das Waſſer und treibt dieſes durch die Röhre hinaus, wo es in einem ſpringbrunnenartigen Strahle aufſteigt. — Der Heronsbrunnen (**Fig. 53**) iſt aus zwei übereinander ſtehenden Gefäßen zuſammengeſetzt, die durch zwei Röhren verbunden ſind. Die eine Röhre

geht vom Boden des oberſten Gefäßes bis nahe an den Boden des unterſten. Die zweite geht vom Oberboden des untern Gefäßes bis in die Mitte des obern. Im obern ſteht noch eine Sprungröhre. Gießt man Waſſer auf den Hohlraum des obern Gefäßes und füllt alsdann durch die lange Röhre das untere Gefäß, ſo weicht die Luft in das obere, drückt hier auf das Waſſer und dieſes ſpringt durch die Sprungröhre in die Höhe.

Die Windbüchſe iſt ihrer Geſtalt nach eine gewöhnliche Büchſe, deren Kolben ein ſtarkes kupfernes Gefäß iſt, die Windkammer genannt, die durch ein Ventil vom Laufe getrennt wird. Mittelſt der Compreſſionspumpe verdichtet man die Luft im Kolben und ladet den Lauf mit einer Kugel oder mit Schrot u. dgl.; drückt man dann eine Feder, ſo ſpringt das Ventil auf und die ſich ausdehnende Luft führt die Ladung fort, als würde ſie durch Pulverladung getragen; aber es entſteht hierbei kein Knall, wie vom Pulver, ſondern der Schrot oder die Kugel fliegt unbemerkt fort. Der Gebrauch einer ſolchen Windbüchſe iſt mit großer Gefahr verbunden, da eine zu ſtarke Verdichtung den kupfernen Kolben ſprengen und den Schützen tödtlich verletzen kann.

Nach der Betrachtung aller hier genannten Apparate kommen wir jetzt noch einmal auf die Luftpumpe zurück. Sie ſelbſt wurde ſchon oben beſchrieben; die mit ihr anzuſtellenden Verſuche aber können erſt jetzt beſſer begriffen werden. Beim Auspumpen des Recipienten kann man eine Menge wichtiger Ergebniſſe beobachten; es mag nur hervorgehoben werden: 1) der äußere Luftdruck drückt den Recipienten feſt an den Teller. 2) ein am obern Boden nicht gerundetes Glas alſo etwa ein Bierglas wird nach einigen Zügen durch den äußern Druck zerſchmettert. 3) eine Blaſe über einem Glas- oder Metall-Cylinder luftdicht angemacht wird, wenn das Ganze als Recipient aufgeſetzt wird, eingedrückt, eben ſo eine Glasſcheibe. 4) Queckſilber geht bei einem hölzernen Recipienten durch den Boden deſſelben und bildet den Silberregen. Alles dies iſt Folge des äußerlichen Luftdruckes. 5) Eine ſchlaffe Blaſe oder ein runzlicher Apfel wird unter dem Recipienten ausgedehnt und aufgebläht, weil die darin befindliche Luft ſich ausbreitet. 6) aus Waſſer, Bier, Milch, Spiritus entweicht unter dem Recipienten alle Luft und dieſe Flüſſigkeiten ſind faſt im Augenblick ſchaal oder ſauer. 7) der Heronsball ſpringt unter dem Recipienten. Dieſe Erſcheinungen beruhen auf der Ausdehnung der Luft. 8) ein ſchlagendes Uhrwerk giebt unter der luftleeren Glocke keinen Schall. 9) Pulver entzündet ſich nicht unter derſelben, Lichter verlöſchen. 10) Thiere ſterben unter Convulſionen, Pflanzen welken, wenn man ſie unter den Recipienten bringt. 11) im luftleeren Raume fallen auch die leichteſten Körper mit den ſchwer-

ſten gleich ſchnell. 12) der Magnetismus wirkt auch im luftleeren Raume.

Um den Druck der Luft auf die Körper zu zeigen, hat der Erfinder der Luftpumpe noch die ſogenannten Magdeburger Halbkugeln erfunden und in Anwendung gebracht. Es ſind gewöhnliche Halbkugeln aus Metall, die gut aneinander ſchließen, auf der Seite iſt eine Vorrichtung, den bei ihrem Aneinanderlegen entſtehenden innern Hohlraum durch die Luftpumpe zu entleeren. Dieſe Kugeln werden dann ſo aneinandergepreßt, daß man ſie nur mittelſt angeſpannter Pferde auseinanderreißen kann. Als Otto von Guericke 1654 damit Verſuche auf dem Reichstage zu Regensburg machte, hatte er Halbkugeln von 3 Fuß Durchmeſſer. 20 Pferde konnten ſie erſt auseinanderziehen, was zugleich unter heftiger Exploſion erfolgte und großes Erſtaunen erregte.

c) Die Schwere der Luft in Vergleich zu andern Körpern. Die meiſten Körper in der Luft zeigen gegen ſie das Verhalten, daß ſie die Luft überwiegen und nur ganz leichte Gegenſtände wie Flaum, Papierchen, werden einigermaßen in der Luft ſchwebend erhalten. Von ſelbſt verbreiten ſich in der Luft riechende Subſtanzen, verflüchtigende Gegenſtände, Waſſergaſe, Rauch u. ſ. w. Nothwendig muß ein jeder Körper, der in der Luft ſteigen ſoll, ſpecifiſch leichter ſein als die Luft; in jedem Falle ſteigt ein ſolcher ſo lange, bis er eine Höhe erreicht, in welcher die Luft mit ihm gleiche ſpecifiſche Schwere hat. Unter den in der atmosphäriſchen Luft ſteigenden Materien ſind auch einige andere Luftarten, als erwärmte Luft, Waſſerſtoffgas, Steinkohlengas; das letztere iſt 4 mal, das Waſſerſtoffgas gegen 7 mal leichter als atmosphäriſche Luft. Macht man demnach für eine Quantität ſolcher Gaſe eine Hülle aus leichtem Stoffe, etwa aus feinem Papier, feiner Seide, ſo ſteigt dieſelbe mit dieſer Luft in die Höhe. Darauf beruht die Einrichtung und das Steigen der Luftballons oder der Aëroſtaten.

Von ſehr früher Zeit her hat der Menſch auf Mittel geſonnen, um ſich in die Luft erheben zu können. Auf die Beobachtungen, daß erwärmte Luft ſteige, geſtützt, fertigten zuerſt 1783 zwei Brüder in Frankreich, Namens Mongalfier einen Hohlkörper aus Papier, füllten ihn mit erwärmter Luft und er ſtieg in die Höhe. Bald kam man auf den Gedanken, durch die Luft zu ſchiffen, eine neue Kunſt die Luftſchifffahrt oder Aëronautik war entdeckt; aber die erſten Verſuche fielen unglücklich aus; die erſten Luftſchiffer wie Pilatre de la Rocier, Blanchard u. a. ſtürzten nach wiederholt verſuchten Fahrten aus der Luft, indem die Ballons ſich entzündeten. In neueſter Zeit hat aber der Engländer Green die Luftſchifffahrt ſehr vervollkommnet. Er ſegelte wiederholt über den Kanal nach Deutſchland. Er lernte den

Ballon ſchon in der Luft lenken, ließ ihn beliebig ſteigen oder ſinken und ſoll ſogar den Entſchluß gefaßt haben, eine Fahrt nach Amerika zu verſuchen. Green füllt ſeine Ballons mit Steinkohlenluft. Das Schiff hängt unter dem Ballon; man hat im Schiffe die für die Luftreiſe nöthigen Vorräthe, beſonders große Säcke mit Sand als Ballaſt; ſoll der Ballon höher ſteigen, ſo wirft man von dem Sandballaſt hinaus, ſoll er ſinken, ſo hemmt man die Luftentwickelung. Die Richtung nach der man ſteuert, hängt vom Steigen und Sinken ab; man hat nämlich entdeckt, daß die Windrichtung oder der Luftzug in den verſchiedenen Höhen verſchieden iſt, daher ſucht man ſtets die Luftſchicht, welche der rechten Richtung entſpricht. Manche Luftſchiffer haben bedeutende Höhen erſtiegen, beſonders ſchon ſtiegen die franzöſiſchen Naturforſcher Gay, Lüſſac und Biot, um wiſſenſchaftliche Forſchungen anzuſtellen, 1804 über 21,000 Fuß hoch in die Luft und der ital. Aſtronom Brioschi ſtieg mit ſeinem Freunde in Padua 25,000 Fuß hoch. Die Luftſchifferkunſt iſt unbedingt ein Triumph des menſchlichen Geiſtes. Seit Anfang dieſes Jahrhunderts ſind ſchon über 1000 Luftreiſen gemacht worden.

Der Luftſchifffahrt ähnlich iſt das freie Schweben geflügelter Thiere in der Luft; es iſt eine ſchwimmende Bewegung im Luftelement. Wie die Fiſche zum Schwimmen im Waſſer die Floſſen haben, ſo hat das Geflügel, beſonders das Geſchlecht der Vögel und Inſekten ſeine Flügel, bei den Vögeln Fittige genannt. Das Steigen und Sinken der Fiſche im Waſſer erfolgt dadurch, daß die Fiſche mittelſt einer Blaſe im Innern ſich bald aufblähen, bald zuſammenziehen, im letztern Falle verkleinert ſich die Schwimmfläche ihres Körpers und ſie ſinken, im erſteren Falle wird ihr Körper ausgedehnt, und ſie ſteigen. Dabei unterſtützen ſie die Floſſen. Dagegen muß ſich das Geflügel allein auf ſeine Flügel verlaſſen. Mit dieſen bewegen ſie ſich ruderartig fort; die ausgebreiteten Flügel ſind nach innen muſchelähnlich gehöhlt, in welcher Höhlung die Luft ſich auffängt und dem wiederholt neuen Drucke des Flügels nach unten Widerſtand leiſtet und durch ihre Elaſtizität dem Vogel neuen Schwung verleiht. Will er ſich ſenken, ſo zieht er die Flügel halb zuſammen. Auch den Vögeln hat der Menſch ſeit dem Alterthume, die Kunſt zu fliegen, abzulernen geſucht. Die Sage erzählt, daß ein Künſtler Dädalos mit ſeinem Sohne Ikaros um 1200 v. Chr. aus Aegypten übers Mittelmeer nach Griechenland mittelſt wächſerner Flügel geflohen ſei, wobei der junge Ikaros, der ſich trotz der väterlichen Warnung im Fluge zu hoch geſchwungen hatte, ſo daß ſeine Flügel an der Sonne ſchmolzen, ins Meer ſtürzte und ertrank. Auch in neuerer Zeit haben Künſtler Verſuche gemacht zu fliegen. Ein Uhrmacher in Wien flog mit

künſtlichen Flügeln über die Donau. Die Schwierigkeiten ſind hier offenbar größer als bei der Aëronautik.

3) Von der Bewegung der Luft.

Von gewiſſen Arten der Bewegung, und dieß gilt beſonders von der Fall- und Wurfbewegung, kann bei der Luft nicht die Rede ſein; denn die Schwere der Luft wirkt hier auf die ganze Maſſe und ein einzelner Luftkörper kann in der übrigen Maſſe nicht als allein ſich bewegend gedacht werden. Welche Bewegung kann daher bei der Luft ſtatt haben? welche Urſachen erzeugen bei ihr Bewegung und was iſt über Richtung und Stärke oder Geſchwindigkeit derſelben bekannt? Das Wichtigſte darüber iſt folgendes:

Das Gleichgewicht der Luft kann geſtört werden durch irgend einen Anſtoß an eine Luftſchicht; ſchon jede Bewegung unſerer Glieder und unſeres Körpers überhaupt erzeugt an der Stelle, wo ſie ſtattfindet, eine Störung des Gleichgewichts und die Luft weicht vor uns zurück und fließt in den hinter uns entſtehenden Raum, ganz ebenſo als wenn wir uns im Waſſer bewegen. Dieſe Bewegung der Luft iſt jedoch im Ganzen noch eine unbedeutende. Viel bedeutendere Luftbewegung erzeugt die Veränderung der Temperatur, wodurch die Luft ausgedehnt wird und daher findet eine Bewegung von der Erwärmungs-Region abwärts ſtatt, während die kältere Luft aus der Seiten-Umgebung zuſtrömt. Vorzüglich ſteigt nämlich erwärmte Luft als die leichtere in die Höhe und an ihre Stelle tritt dann nothwendig andere. Darauf beruht beſonders das Hindurchgehen der Luft durch Oefen und Schornſteine, oder der Luftzug durch Fenſter und Thüren und durch alle Oeffnungen in Gebäuden. Ganz ebenſo beruht darauf die entgegengeſetzte Bewegung in einer und derſelben Thür- oder Fenſteröffnung; oben findet zwiſchen zwei ungleich erwärmten Räumen ein Strömen aus dem wärmeren in den kälteren und unten ein Strömen aus dem kälteren in den wärmeren, d. h. mit verdünnter Luft verſehenen Raum ſtatt. Man wird dies leicht an der Flamme eines hingehaltenen Lichtes ſehen. Alle dieſe Luftbewegungen nennen wir S t r ö m u n g e n d e r L u f t, L u f t z u g o d e r Z u g l u f t. Dieſe Zugluft wird in ihrer Strömung unterbrochen, wenn etwa über einem Luftkanale z. B. über der Oeffnung eines Schornſteines die Sonne ſehr warm ſcheint, dann iſt die Luft ſelbſt ſehr dünn und geſtattet keine Strömung, nöthiget alſo den Rauch im Schornſteine zu bleiben, der dann einen Ausweg nach unten ſucht und ins Zimmer dringt.

Entſteht durch ſtarke Veränderung der Temperatur durch Einwirkung der Elektrizität, durch abwechſelnd verſchiedene Wirkung der Sonnenſtrahlen in den verſchiedenen Tages- oder Jahreszeiten oder durch andere Urſachen eine Luftſtrömung im freien Luftraume, ſo

dringen auch hier die Luftmaſſen nach der Richtung, wohin der entſtandene Druck der Ausdehnung ſie drängt. Solche Strömungen über größere Lufträume nennen wir Wind. Sie ſind das eigentliche Wogen des Luftmeeres. Die Richtung des Windes iſt meiſtentheils geradlinigt, jedoch wird er an der Erdoberfläche ſelbſt vielfach durch vorſtehende Erhöhungen von dieſer Richtung abgelenkt. Auch iſt, wie man auf Luftreiſen ermittelt hat, in den verſchiedenen Höhen der Luftſtrom nicht überall derſelbe, vielmehr geht der Strom in beſtimmten Schichten oft gerade nach entgegengeſetzten Richtungen. — Die Geſchwindigkeit des Windes oder der Luftbewegung iſt nicht gerade bedeutend, auch hat die Luft ſehr verſchiedene Grade von Geſchwindigkeit oder von Stärke der Bewegung, und zwar wechſelt die Stärke zeitweiſe und in Abſätzen, und legt in 1 Sekunde 10, 20, 50 bis 120 Fuß zurück. Man unterſcheidet ſehr verſchiedene Winde. In Bezug auf die Richtung benennt man ſie nach den Weltgegenden Oſt-, Süd-, Weſt-, Nordwind u. ſ. w. Auch ſind die Winde in Hinſicht ihrer periodiſchen Wiederkehr und Dauer, in Rückſicht auf Feuchtigkeit, Trockenheit, Temperatur und der Klimate der Erde ſehr verſchieden, wovon weiter unten ausführlicher die Rede ſein wird. Zur Beſtimmung der Windſtärke hat man Windmeſſer; zur Beſtimmung der Windrichtungen dienen die Windfahnen und Wetterhähne; Auch mittelſt der Windroſe (**Fig. 91.**), einer Figur aus regulär ſich kreuzenden Linien, an denen die Weltgegenden angedeutet ſind, läßt ſich die Windrichtung beſtimmen.

4) Der Stoß bewegter Luft.

Daß die Luft bei ihrer Bewegung einen Stoß ausübt, wird man leicht gewahr, da ſie die Blätter und Stengel der Pflanzen bewegt, ferner, indem wir, wenn wir dem Winde entgegen gehen, fortwährend zurückgedrängt werden. Der Wetterhahn wird bei Seite geſtoßen, leichte Gegenſtände werden vom Winde umgeſtoßen; das Waſſer beſonders auf dem Meere wird in ungeheueren Wogen fortgewälzt. Stößt der Wind an eine unbewegliche Fläche, ſo prallt er nach den allgemeinen Geſetzen des Stoßes zurück; wo er ſich daher oft ſtößt wie in den Straßen der Städte, oder in ſchluchtenreichen Gebirgsgegenden, weht er von allen Seiten. Die Stoßkraft der Luft benutzt der Menſch als Bewegkraft und hier leiſtet ſie ihm wichtige Dienſte. Sie treibt in Gegenden, wo keine dazu anwendbare Waſſerkraft iſt, die Räder der Windmühlen. Dieſe haben zum beſſern Angriff der bewegten Luft Räder mit breiten Flügeln, deren 4 — 5 ſind; die Flügel ſelbſt ſind ſchiefwinklich geſtellt; in rechtwinklicher Stellung würden die Flügel bei der Bewegung ſich ſelbſt Widerſtand leiſten, allein in dieſer ſchiefen durchſchneiden ſie von der anprallenden Luft-

ſchicht geſtoßen auch die Luft nach der Seite ihres Umſchwunges. Wenn der Wind zu ſtark iſt, kann die Windmühle etwas nach der Seite gerichtet werden. Einen andern wichtigen Dienſt leiſtet dem Menſchen die Stoßkraft der Luft bei der Schifffahrt, indem ſie in die geſpannten Segel drückt und die Schiffe in der Richtung ihrer Strömung forttreibt. Dieſer Druck iſt ſo bedeutend, daß er durch die Arbeit der Ruderer gar nicht erſetzt werden könnte. Will man nicht direkt mit der Windrichtung ſegeln, ſo werden die Segel dem Winde nur halb oder zum Theil gegeben, dann treibt er das Schiff mehr nach einer Seitenrichtung. Freilich kann auch der Wind der Schifffahrt ſehr hinderlich ſein, wenn er conträr iſt, d. h. in einer der beſtimmten Fahrt entgegengeſetzten Richtung weht, dann müſſen die Schiffe oft Wochen nnd Monate lang vor Anker liegen, um guten Wind abzuwarten; eine Windſtille auf dem Meere iſt für die Schiffe faſt eben ſo nachtheilig wie ein Sturm.

Wie ſehr aber auch der Menſch es verſteht, dieſes Element ſich dienſtbar zu machen und ſeine Kraft zu ſeinem Vortheile zu benützen, ſo reicht ſeine Einſicht und Macht bei Weitem nicht hin, es in ſeinen Schranken zu halten und es richtet daher wie das Element des Waſſers ſeine Verheerungen an und zerſtört Menſchenwerke wie Naturkörper. Wenn der Wind zum Sturme oder Orkane angewachſen iſt, wühlt er die Gewäſſer auf, ſchleudert Schiffe in den Abgrund der Wogen oder auf felſige Küſten, daß ſie zerſchellen, reißt Gebäude um, entwurzelt Bäume und drückt ganze Wälder nieder; leichtere Gegenſtände, die eine größere Ausdehnung bei geringer Schwere haben, führt er davon, ſtürzt Laſt- und andere Wagen um, jagt die Wolken im Sturme, und erfüllt unſer Gemüth mit Angſt und Furcht vor ſeinen Zerſtörungen. Und gebietet etwa der Menſch dem tobenden Element? O nein, er kann ſeiner Wuth Preis gegeben nur hilfeflehend die Hände zum erbarmenden Schöpfer erheben und getroſt harren, bis ſeine allmächtige Hand dem Sturme ein Ziel ſetzt und ihn beſänftiget. —

5) Die atmoſphäriſche Luft als Lebens-Element für die organiſche Natur, beſonders für den Menſchen.

Die atmoſphäriſche Luft iſt die Bedingung aller Lebensthätigkeit. Pflanzen welken im luftleeren Raume und ſterben ab, ein Licht erliſcht augenblicklich, kein Feuer kann entſtehen und brennen; die Thiere ſterben ohne Luft und ebenſo der Menſch; wenn wir uns nur Mund und Naſe etwas verſchließen, entſteht eine Beängſtigung und es iſt ein ſträflicher Scherz, wenn Jemand aus Neckerei Thieren oder Menſchen mit den Händen Mund und Naſe gegen die Luft abſperrt. Die Luft iſt der organiſchen Natur unentbehrlich und die Weſen ha-

ben ihre Organe zum Einſaugen der Luft. Wie den Pflanzen die Luft zuſtrömt und wie ſie dieſelbe einſaugen, wiſſen wir zwar nicht mit völliger Beſtimmtheit, aber jedenfalls dienen die Poren der Pflanzen vorzüglich dazu, die Luft einzuſaugen. Die Thiere und Menſchen athmen die Luft durch ihre Athmungs-Organe ein. Sie tritt durch den Mund und die Naſe in die Luftröhre, welche im Halſe hinunter in die Bruſthöhle führt und ſich hier in zwei Aeſte verzweigt; dieſe breiten ſich in zwei getrennte, aus unzähligen Veräſtelungen der Luftröhre und aus Adern beſtehende Flügel aus, welche die Lungen heißen. Durch die Lungen geht aber das Blut und nimmt die brauchbaren Beſtandtheile aus der eingetretenen Luft an, während die unbrauchbaren Beſtandtheile der atmosphäriſchen Luft ausgeſtoßen werden. Daß der Athem in die Luftröhre und die Lungen eindringt, das beruht auf dem Druck der äußern Luft; daß die Luft aber eben in die feinen Gefäße der Lungen eindringen kann, dazu hat ſie der Schöpfer mit großer Feinheit und elaſtiſcher Weichheit begabt. Wenn das Athemholen aufhört, iſt das Leben erloſchen.

So iſt die Luft unmittelbar das fürs Leben der organiſchen Natur erforderliche Element, aber es fördert auch noch mittelbar das Leben. Beſonders ſind es die Luftbewegungen, welche wohlthätig wirken; denn höchſt wichtig iſt es für unſere Geſundheit, daß immer friſche Luft in unſere Wohnungen dringt; verdorbene Luft, unangenehme ſchädliche Dünſte werden dadurch entfernt. Nicht weniger hat die Luftbewegung im Freien großen Nutzen. Durch ſie wird die Luft zum Athem für die Weſen tauglicher, es wird alle Ausdünſtung zerſtreut und entfernt und die Ausdünſtung der organiſchen Geſchöpfe gefördert. Die wehende Luft trägt die Wolken von einem Himmelsſtriche zum andern und vertheilt den Regen, ſo daß nicht ungleichmäßig Näſſe hier und Dürre dort entſteht; ſie bringt Wärme und Kühlung, zerſtreut den Samen und den Blüthenſtaub der Pflanzen und fördert ſo die Vermehrung der Gewächſe, ſie ſetzt ſtehende Gewäſſer in Bewegung und ſchützt ſie vor Fäulniß und leiſtet dem Menſchen Dienſte bei ſeiner Thätigkeit u. ſ. w. So läßt der weiſe unerforſchliche Schöpfer reichlichen tauſendfachen Segen ſprießen aus dem Element, das unſer Auge in ſeinem Daſein nicht entdeckt. O möchten wir den Schöpfer doch in jedem Athemzuge preiſen! —

6) Die wichtigſten Luftarten mit Berückſichtigung ihrer Beſtandtheile.

Die verſchiedenen Luftarten pflegt man auch Gaſe oder Gasarten zu nennen, weil ihre Entſtehung aus feſten oder flüſſigen Maſſen nur möglich iſt, indem die neue Luftart ſich in ſehr feinen Bläschen entwickelt. In dieſer Bläschenform bezeichnet man ſie mit dem Namen

Gas; die atmoſphäriſche Luft nennt man jedoch niemals ſo. Die Zahl der Luftarten, welche aus der Verbindung verſchiedener Stoffe ſich entwickeln, iſt zwar ſehr groß, aber nur die wichtigſten wollen wir namhaft machen, und ihre Beſtandtheile, ihre Entſtehung oder Entwickelung, ihre Wirkungen, ihren Gebrauch in Kürze angeben. Außer der atmoſphäriſchen Luft nennen wir die Sauerſtoff-, Stick-, Waſſerſtoff-, Kohlenwaſſerſtoff-, Kohlen-Luft.

1) die atmoſphäriſche Luft iſt kein einfacher Körper, ſondern ſie iſt aus andern Luftarten und Subſtanzen zuſammengeſetzt und zwar enthält ſie in 100 Theilen etwa 79 Theile Stickluft und 21 Theile Sauerſtoffluft und etwas Waſſerſtoffgas; dazu treten oft noch als Beſtandtheile der Luft andere Stoffe, welche ſtaubartig (Blumenduft, Kampherduft, Moſchusduft) oder als fettige und faulige Subſtanz, (wie bei faulen Ausdünſtungen und beſonders bei miasmatiſchen Stoffen) mit der Luft vermengt ſind. Mit der atmoſphäriſchen Luft geht nach dem Einathmen in unſern Lungen eine Scheidung vor, die Stickluft und die Waſſerſtoffluft ſtoßen wir wieder aus und die Sauerſtoffluft theilt ſich dem Blute, dem ſie zugleich Wärme abgiebt, in den Lungen mit. Durch das Aushauchen vieler Menſchen, Thiere in einem geſchloſſenen Raume wird die atmoſphäriſche Luft verdorben und iſt dann wenig tauglich zum Einathmen. Zu den Erforderniſſen der geſunden Luft gehört, daß ſie möglich rein von andern Stoffen iſt. Sehr nachtheilig wird ſie, wenn ſie zu feucht iſt, daher iſt der Aufenthalt in feuchten Stuben, welche ſchwitzen oder friſch gewaſchen ſind oder, in welche die Feuchtigkeit und der Dunſt aus Küchen, aus Waſch- und Badekammern eindringt, für Menſchen ſehr ſchädlich. Noch verderblicher iſt der Aufenthalt um feuchte Flußufer, um Sümpfe und Lacken oder an feuchten immer beſchatteten Orten, wo Moderluft entſteht. Ebenſo darf die Luft auch nicht zu trocken ſein, weil ſie ſonſt die Lungen angreift. Deshalb iſt in Zimmern, die in den Oefen Heitz-Cylinder haben, oder wo die ſogenannte ruſſiſche Heitzung ſtattfindet, die Lunge leicht Nachtheilen ausgeſetzt, weil die Luft zu ſehr trocken wird. Ungeſund iſt die Luft meiſt in großen volkreichen Städten und in Häuſern und Zimmern, wo viele Menſchen wohnen und überhaupt, wo dieſelbe zu ſehr verſchloſſen iſt, und wo ſich, wie wir unten ſehen werden, ungeſunde Luftarten entwickeln, wie in Bierkellern, Weinkellern, in Brunnenvertiefungen, in Schachten u. ſ. w. Sehr nothwendig iſt es daher, daß man in Zimmern und andern Räumen durch häufiges Oeffnen der Zugänge der friſchen Luft Eintritt verſchafft, obgleich man ſich dabei der Zugluft möglichſt zu entziehen hat. Muß man ſich nothgedrungen in Räumen mit ungeſunder Luft aufhalten, ſo verweile man nicht zu lange. Möglichſt oft ſuche man im Winter

wie im Sommer die friſche Luft im Freien zu genießen. Die Luft im Zimmer beſonders bei Kranken reiniget man, wenn man einen Stein recht heiß, faſt glühend macht und Eſſig darauf gießt, indem man damit im Zimmer hin und wieder geht. Räucherkerzchen ſind eher ſchädlich als wohlthätig.

2) Die Sauerſtoffluft. Dieſes Gas, auch Lebens- oder Feuerluft genannt, iſt zu $\frac{21}{100}$ in der atmosphäriſchen Luft enthalten; ſie iſt die wirkliche Lebensluft, in ihr athmen Menſchen und Thiere leichter und empfinden ein großes Wohlbehagen, Pflanzen ſtehen friſcher, Feuer brennt raſcher und lebendiger. Schwefel und Phosphor verbrennen darin mit unbeſchreiblichem Glanze, ein glimmender Docht, eine glimmende Kohle brechen in Sauerſtoffluft ſogleich in Feuer aus. Das Sauerſtoffgas entwickelt ſich aus Salpeter und Salpeterſäure aber auch aus den grünenden Zweigen und Blättern der Pflanzen. Daher kommt es, daß, wenn wir im Frühlinge und Sommer von ſo friſchem Grün in Feld und Wald umgeben ſind, wir uns ſo behaglich und erfriſcht fühlen, weil wir viel Lebensluft einathmen. Man ſollte nun glauben, der Schöpfer habe beſſer gethan, die ganze Atmospähre mit ſolcher Luft zu füllen; allein der erhabene Schöpfer hat es weiſer eingerichtet. Reine Lebensluft oder wenigſtens eine möglichſt große Menge derſelben würde unſerem Leben mit Schnelligkeit ein Ende machen, weil bei ihrem bloßen Einathmen die Lungen ſofort entzündlich werden würden; auch würde kaum ein Feuer zu bezähmen und in Schranken zu halten ſein, ſo daß eher ſeine Gewalt ſich unglaublich vermehren dürfte.

3) Die Stickluft. Die Stickluft, auch Stickgas genannt, iſt zu $\frac{79}{100}$ oder etwa nahe an $\frac{3}{4}$ in der atmosphäriſchen Luft enthalten und iſt für ſich allein zum Athmen untauglich; ſie wird beim Athmen von der Lebensluft in den Lungen der Menſchen und Thiere geſchieden und wieder ausgehaucht. Daher iſt ſie in allen Räumen, wo Menſchen und Thiere ſind, vorhanden und verdirbt alſo die Luft nicht nur in Zimmern ſondern in Gegenden wo viele Menſchen zuſammengedrängt leben, wie in großen Städten, in Heerlagern u. ſ. w. Sie entwickelt ſich vorzüglich aus den Ausdünſtungen der Menſchen, aus den Blüthen der Pflanzen, von ausgelöſchten Lichtern. Daher verſchlechtern viele blühende Blumen in Zimmern, oder viele angezündete Lichter, noch mehr glimmende Dochte von Talg-, Wachs-, Oel-Lichtern die Luft der Zimmer und es iſt beſonders nachtheilig in Stuben mit ſolcher verdorbenen Luft zu ſchlafen.

4) Die Waſſerſtoffluft, gewöhnlich Waſſerſtoffgas genannt. Dieſe Luftart, auch brennbare, entzündbare Luft, Hydrogengas genannt, erzeugt ſich, wenn man auf Zink Vitriolſäure oder Schwefelſäure gießt und ſie mit 5 — 6 Theilen Waſſer verdünnt. Dieß iſt die Luft, die aus den Platina-Zündmaſchinen auf einen

Platinaſchwamm ſtrömt, dieſen erhitzt und ſich an ihm ſelbſt entzündet, wobei ein Knall vernommen wird. Dieſe Luftart iſt auch die leichteſte von allen und wird zur Füllung der Luftballons am häufigſten gebraucht; zum Einathmen aber iſt ſie untauglich.

Das Waſſerſtoffgas iſt eine ſehr wichtige Luftart. Sie bildet nämlich mit Sauerſtoffgas zuſammen das Waſſer und es ſind in 100 Theilen Waſſer 85 Theile Sauerſtoff und 15 Theile Waſſerſtoff. Das Waſſer läßt ſich durch Elektrizität in dieſe ſeine Beſtandtheile auflöſen.

Die Waſſerſtoffluft bildet auch mit atmosphäriſcher Luft oder mit Sauerſtoffluft zuſammengebracht das **Knallgas**, eine brennbare Luft, bei deren Entzündung allemal eine Exploſion mit Knall entſteht. Dieſe Knallluft entwickelt ſich beim Schießpulver, das aus einigen Theilen Kohle, aus einigen Theilen Schwefel und einigen Theilen Salpeter beſteht; aus dem letzteren entwickelt ſich Sauerſtoffgas und aus der Kohle und dem erwärmenden und zündenden Schwefel entwickeln ſich mehrere andere Luftarten als: Kohlenſäuere, Schwefelſäuere, Waſſerdampf und durch die Verbindung mit der atmosphäriſchen Luft explodirt die ganze Maſſe. Dies iſt der Grund des Knalles beim Schießen. Daß aber von dem losgehenden Pulver die Ladung fortgeſchleudert wird, rührt von der großen Ausdehnung dieſer Luftarten her. Jede derſelben nimmt nämlich einen faſt 10,000mal größern Raum ein als der feſte Schwefel, Salpeterſtoff, welches gewiſſermaßen die feſte Form dieſer Luftarten iſt. Da die Ausdehnung plötzlich erfolgt, ſo drückt im Gewehr dieſe Luft gegen alle Seitenwände und ſucht ſich einen Ausweg und treibt den Schuß fort oder ſprengt, falls derſelbe etwa zu feſt ſteckt, den Gewehrlauf oder die Kanone. Die Gewalt wird dadurch natürlich um ſo größer, da ſich alle Ausdehnung auf eine Richtung verbreitet, während Gegenſtände, die blos auf Pulver gelegt werden, faſt gar nicht fortgeſtoßen werden, weil ſich dann die Luft beliebig nach jeder Seite ausbreitet.

5) Das **Kohlen-Waſſerſtoff-Gas** entwickelt ſich aus Sümpfen und aus den Gedärmen der Thiere, aber es läßt ſich künſtlich entwickeln, wenn man Steinkohlen, Braunkohlen in einer eiſernen Retorte (d. h. in einem kolbenartigen Gefäß mit einem Rohre) in der Gluthhitze trocken verzehren läßt. Eine andere Art dieſes Kohlen-Waſſerſtoff-Gaſes iſt das ölbildende Gas. Beide machen einen Hauptbeſtandtheil der Flamme der Holzkohle, der Stein- und Braunkohle, der thieriſchen und pflanzlichen Fette und Oele aus. Das Kohlenwaſſerſtoffgas leiſtet einen ſehr wichtigen Dienſt; es liefert bei der **Gasbeleuchtung** die Flamme. Um dies Gas in hinreichender Menge zu erzeugen, iſt ein Apparat erforderlich. Der Gasbeleuchtungs-Apparat beſteht aus 3 Haupttheilen, dem Entbindungs-, Rei-

nigungs-, Fortleitungs-Apparate. Der Entbindungs-Apparat iſt ein Gluthofen mit den eiſernen Retorten, die zugleich das ſich entwickelnde Gas in den Reinigungs-Apparat leiten. In dieſem, der aus mehreren Kaſten beſteht, geht es durch kaltes Waſſer, dann ſtrömt es in einen zweiten Kaſten, wo ſich das Theerwaſſer abſetzt und dann ſtrömt es durch Kalkwaſſer (Kalkmilch), in welchem das Gas ſich von ſtark riechenden andern Gaſen reinigt. Von hier aus geht es dann in die Leitungsröhren, welche in Gebäuden oder in den Straßen großer Städte geführt werden, wo es an den beſtimmten engen Rohrmündungen ausſtrömt und mit einem Lichte angezündet wird; es giebt eine helle, ſchöne und ſehr ruhig ſtrahlende Flamme. In den großen Städten London, Paris, Berlin, Dresden u. a. iſt ſolche Gasbeleuchtung angewendet.

6) Kohlenluft oder fixe Luft auch kohlenſaueres Gas, oder Kohlenſäuere. Dieſe Luft entſteht, wenn man Schwefelſäuere auf Kalk oder Kreide gießt, eben ſo entwickelt ſie ſich durch Gährung des Weines, Bieres und erzeugt ſich in Gruben, Brunnen, Höhlen, wo kein Luftzug iſt, endlich aus brennender Kohle ſtrömt ſie ſtark aus; ſie iſt auch ſchwerer als atmosphäriſche Luft. Sie iſt für ſich nicht athembar, Thiere und Menſchen fallen faſt augenblicklich in Betäubung und in Zuckungen und ſterben, Lichter verlöſchen. Sie findet ſich ſehr ſtark in der Hundsgrotte bei Neapel, wo durch eine Art Bettler, die ſich Hunde halten, den Fremden die ärmlichen Experimente mit dieſen Hunden ſtets vorgemacht werden, was oft bloße Thierquälerei iſt. Dieſe Luft iſt übrigens unentbehrlich im Trinkwaſſer, in Bier, Wein, ohne ſie ſind dieſe Flüſſigkeiten ſchaal. Sie dehnt ſich auch ſehr aus und ſprengt im Flaſchenbiere und im Champagner-Weine oft die Flaſchen oder ſtößt die Propfen aus, ſobald man die Flaſchen ins Warme bringt. — Es verſteht ſich von ſelbſt, daß man ſich vor der Einwirkung dieſer Luft zu wahren hat. In Kellern, wo gährende Stoffe ſind und die vielleicht lange verſchloſſen waren, hält man erſt an einem Stocke ein Licht nahe an die Erde, verlöſcht es, ſo iſt fixe Luft im Keller, die man dann erſt durch Anzünden von Schießpulver oder Salpeter entfernen kann. Viel gefährlicher und häufiger ſchädlich iſt die Kohlenduft, die aus der Kohle im Ofen, deſſen Klappe man zu früh geſchloſſen hat, in die Zimmer dringt. Kopfſchmerz, Uebelkeit, Eingenommenheit des Kopfes kündigt ſie an, dann muß man ſchnell die Klappe öffnen und friſche Luft ins Zimmer laſſen. Sollte aber Jemand in einem ſolchen Zimmer ſchlafen, der erwacht ſelten wieder. Leider kommt dies Erſticken von Menſchen noch ſehr oft vor. Man mache es ſich zur Regel, in Oefen das Brennmaterial ſoweit ausbrennen zu laſſen, bis weißliche Aſche die ſchon dunkelwerdenden Kohlen deckt, wobei aber alle feſten Holzſtoffe

Aeſte, Enden der Scheite u. dgl. ſchon verbrannt ſein müſſen, alsdann ſchließe man zuerſt die Ofenthür feſt zu und nun erſt die Klappe; die Ofenthür öffne man nie eher, als bis zuvor die Klappe geöffnet iſt, ganz beſonders, wenn noch glimmende Kohlen ſind; auch lege man nicht in den geſchloſſenen Ofen Holz zum Dörren, was nicht nur leicht Feuersgefahr, ſondern ebenfalls die Erzeugung böſer Luft zur Folge hat. Wer in ſolchen Dingen nicht vorſichtig iſt, verdirbt ſich wenigſtens die geſunde Luft der Stube und macht ſich leicht krank. In Bergwerken kommt fixe Luft bisweilen vor, die Bergleute nennen ſie das böſe Wetter.

Außer den erwähnten wichtigſten Gaſen ſoll hier noch eines der ſauren Gaſe genannt werden, das Chlorgas, durch Miſchung von Braunſtein, Kochſalz, Schwefelſäure, Waſſer entſtehend. Aus ihm erzeugt man wieder ein Salz, Knallſalz genannt. Dieß explodirt mit Schwefel, Phosphor, Kohle gemiſcht ſehr leicht bei gelindem Stoße unter lebhafter Feuer-Entwickelung und wird mit Schwefel, Hexenmehl, Holzſtaub und Salpeter vermengt zu den Zündhütchen der Perkuſſionsgewehre und zu Reibefeuerzeugen, mit Schwefel, Harz, Zucker, Tragantſchleim zu den Zündhölzchen bei den chemiſchen Feuerzeugen verwendet. Das Chlor wirkt übrigens zerſtörend auf Miasmen in der atmosphäriſchen Luft und reiniget als Räucherung angewendet die Luft, wo anſteckende Krankheiten herrſchen. Chlorgas wird bei der Schnellbleiche angewendet; es macht die rohe Leinwand in 2 Tagen ſchön weiß, zerfrißt ſie aber zugleich. Chlorwaſſer wird als das ſogenannte Fleckwaſſer beim Waſchen der Wäſche gebraucht. Ein anderes ſaures Gas iſt das Ammoniakgas, welches ſich bei der Fäulniß thieriſcher Körper entwickelt; es iſt eine Zuſammenſetzung aus Stickluft und Waſſerſtoffluft; mit Waſſer verbunden bildet es den bekannten Salmiakgeiſt.

Aus der Betrachtung dieſer Luftarten erkennen wir denn, wie dieſelben in feſten Stoffen, ebenſo im Waſſer als Beſtandtheile vorkommen, wie ſich feſte und flüſſige Maſſen zu Luftarten entwickeln können und wie ſich die verſchiedenen Luftarten ſelbſt wieder zu feſtem Stoffe verdichten. Hier ſchafft und wirkt die Natur freilich ſo geheimnißvoll, daß wir ihre Gebilde nicht überall verfolgen können; aber der Menſch ſucht doch jeden Nachtheil, den manche bringen, zu vermeiden und ihre Vortheile dagegen zu benützen, lernt aber dabei wieder unaufhörlich die Weisheit des erhabenen Schöpfers kennen und preiſen, die ſich im Rauſchen der Luft, wie im Sturme, wie in jedem Athemzuge des Menſchen gleich wunderbar kund giebt.

Sechſter Abſchnitt.

Vom Schalle der Körper.

1) Der Schall im Allgemeinen.

In der ganzen Natur iſt uns nichts geheimnißvoller und ſchauerlicher als lautloſe Stille. Eine vollſtändige Stille iſt aber etwas Seltenes und findet nur zeitweiſe an dieſem oder jenem Orte ſtatt, dagegen iſt bei der allgemeinen Lebendigkeit in der Natur faſt überall das mannichfachſte Getön vernehmbar. Ein jedes ſolches Getön, ſei es die Stimme der Menſchen und Thiere, das Rauſchen der Wäſſer, der Luft, das Pochen, Klopfen, Raſſeln, Kniſtern ſelbſt das geringſte Geräuſch der Gegenſtände, was unſerm Ohr vernehmbar wird, nennen wir Schall. Die Arten des Schalles ſind aber ſehr verſchieden und hängen theils von der Beſchaſſenheit der ſchallenden Körper, theils von der Art der Entſtehung und Wirkung des Schalles und von andern Dingen ab. So heißt ein Schall in Rückſicht auf den mehr oder weniger angenehmen Eindruck auf uns Klang, in Rückſicht auf Höhe oder Tiefe Ton, in Rückſicht auf ſeine bloße Vernehmbarkeit Laut, in anderer Rückſicht Knall, Hall, Donner, Gekrach, Geraſſel, Geliſpel, Geplätſcher u. ſ. w. Geräuſch deutet eine Miſchung nicht zu unterſcheidender Töne an. Die deutſche Sprache hat eine große Anzahl von Wörtern, welche Schallarten bezeichnen, und wir benennen ſelbſt die verſchiedenſten Abänderungen deſſelben Tones anders; ſo klaffen, bellen, rufen, ſchreien, lärmen u. ſ. w.

2) Entſtehung, Fortpflanzung, Zurückwerfung des Schalles.

Die Bedingung für das Entſtehen des Schalles iſt das Zuſammenſtoßen, Berühren, Anſtreichen der Körper. Durch einen ſolchen Anſtoß gerathen die geſtoßenen Theile in Schwingungen oder Erzitterungen, die ſich durch die Luft fortpflanzen und in unſer Ohr gelangen.

Die Erzitterungen der angerührten oder geſtoßenen Körpertheile verbreiten ſich jedoch auch durch die übrige Maſſe des Körpers und daher richtet ſich die Beſchaffenheit des Schalles ſehr nach der Maſſe eines Körpers; man denke ſich den Schall eines Holzkörpers, eines Bleiklumpens und eines Stahlſtabes, eines geſpannten Felles u. dgl. Auf die Beſchaffenheit des Schalles hat ferner großen Einfluß das Gefüge der Körpertheile ſelbſt und ſind harte Körper bei weitem klangreicher als weiche und nachgiebige Maſſen. Daß auch die Dimenſionen und die Geſtalt der Körper den Schall einer und derſelben Maſſe ändert, liegt am Tage; ſo iſt der Ton anders, jenachdem man

eine Metallſaite oder einen dicken Metallſtab tönen läßt und jenachdem man mit einem Metallſtabe oder mit einem Holzſtabe an eine Glocke ſchlägt. Beſondere Wichtigkeit hat die Elaſtizität der Körper in Bezug auf den Schall, obgleich ſehr ſtark elaſtiſche Maſſen, wie elaſtiſches Gummi, Fiſchbein eben keinen erheblichen Schall geben, während Glas, Stahl und geſpannte Darmſaiten einen ſehr ſchönen Klang haben. Bei den Körpern würden die Erzitterungen, alſo die Klänge fortdauern, wenn nicht hindernde Kräfte vorhanden wären, die Erzitterungen zu hemmen, wodurch der Schall allmälig wieder aufhört. Hierzu trägt die Elaſtizität und der Zuſammenhang der Theile das Meiſte bei. Man kann aber auch den Schall plötzlich hemmen oder im Entſtehen hindern, wenn man den ſchallenden Körper mit der Hand drückt, wodurch die Erzitterungen ſtocken.

Die Fortpflanzung des Schalles geſchieht durch Mittheilung der Erzitterungen an andere Körper, die dann den Schall in unſer Ohr tragen. Dieſe Körper heißen Mittel der Schallfortpflanzung oder Schallleiter. Das Hauptfortpflanzungsmittel iſt die Luft, die alle Körper umgiebt und alſo am leichteſten den Schall unſerem Ohr zuführt. Die Luf verbreitet den Schall vom ſchallenden Punkte aus nach allen Richtungen und zugleich in geraden Linien, aber ſo, daß dabei die Luft in eine concentriſche Wellenbewegung geräth, indem ſie abwechſelnd ſich kreisförmig verdichtet und verdünnt. Man nennt dieſe Fortbewegung des Schalles, Schallwellen oder inſofern man ſich den Ton in geradliniger Richtung durch die Luft fortgetragen denkt, bezeichnet man die Erzitterungen der Luft auch als Schallſtrahlen. Das dabei hörbare, bald ſtärkere bald ſchwächere Erklingen nennt man das Schweben des Schalles oder Tones. Im luftleeren Raume pflanzt ſich der Schall nicht fort. Die feſten und flüſſigen Körper pflanzen den Schall fort wie die Luft; das Klopfen an einer Thür, an eine Mauer vernehmen wir im Innern eines Zimmers; entfernte Fußtritte von Menſchen oder Thieren, das Rollen eines Wagens vernehmen wir im Freien aus großer Ferne, wenn wir das Ohr an die Erde halten. Bei der Fortpflanzung des Schalles in Flüſſigkeiten haben Verſuche erwieſen, daß man den Knall eines Gewehrs 14 — 15′ unter dem Waſſer deutlich vernahm.

Der Schall braucht Zeit, um von einem Orte zum andern ſich fortzupflanzen. Ueber die Geſchwindigkeit dieſer Schallfortpflanzung ſteht folgendes Geſetz feſt, der Schall pflanzt ſich fort: 1) in der Luft in 1 Sek. 1040′; 2) im Waſſer in 1 Sek. 4400′; 3) in feſten Körpern, beſonders in gußeiſernen Stangen in 1 Sek. 11,000′ u. ſ. w. In Folge dieſer Dauer der Fortpflanzung geſchieht es, daß wir z. B. in der Ferne ein Gewehr losſchießen ſehen und den Schall erſt vernehmen, wenn der Pulverrauch ſchon verſtoben iſt; ebenſo iſt

es ähnlich, wenn wir einen Holzhaker oder eine Pfahlramme aus der Ferne beobachten. Den Donner hören wir viel ſpäter, als wir den Blitz ſehen, obgleich beides in gleicher Zeich erfolgt; es muß uns demnach ein Gewitter um ſo näher oder um ſo entfernter ſein, je kürzer oder länger der Zeitabſtand zwiſchen Blitz und Donner iſt.

Wie weit überhaupt ein Schall ſich fortpflanzt, d. h. wie weit er hörbar iſt, das läßt ſich nur unter Umſtänden beſtimmen; es hängt von der Schallſtärke und von der Dichtigkeit des Mittels ab. In den Polargegenden hört man bei dichterer Luft die menſchliche Stimme gegen 6—7000 Fuß weit, bei uns nur 8—900 Fuß weit. Kanonenſchüſſe hört man 18—20 Meilen, Flintenſchüſſe beinahe 1 Meile weit, wobei freilich viel von der Windrichtung abhängt. Mit der zunehmenden Entfernung nimmt der Schall an Stärke ab. Der Schall läßt ſich dämpfen oder vermindern, aber auch verſtärken. Die Dämpfung des Schalles erfolgt, wenn durch irgend ein Mittel die Schwingungen der Körpertheile und der Luft vermindert werden; für viele tönende Körper, beſonders für musikaliſche Inſtrumente hat man Dämpfungs- oder Verſtärkungs-Vorrichtungen. Gedämpft iſt der Schall in Zimmern mit Tapetenwänden, in Concertſälen, wo viele Zuhörer ſind, im Freien bei tiefem Schnee, auch auf dem Waſſer u. ſ. w. Verſtärkung des Schalles dagegen findet ſtatt, wenn man die Fortpflanzungsmittel vermehrt. Ein Stab auf den Räſonanzboden eines Klaviers geſetzt und mit dem Ohr verbunden, wird uns die Töne ſtärker zu führen, als wenn wir ſo zuhören; hängt man an ein Schnur einen ſilbernen Löffel, oder einen eiſernen Ladeſtock, oder einen andern klingenden Metallkörper und drückt man die beiden Enden der Schnur an die beiden Ohröffnungen und läßt die Körper klingen, ſo glaubt man eine große Thurmglocke läuten zu hören. Wir erkennen deutlich, daß die Luft die Stärke des Schalles ſehr vermindert und es hat der Schöpfer dieß ſehr weiſe eingerichtet; denn pflanzte die Luft den Schall in ſeiner ganzen Stärke fort, ſo würden wir das uns umgebende Schallen der Körper gar nicht ertragen können.

Eine beſondere Verſtärkung und zugleich weite Fortleitung des Schalles erfolgt, wenn er ſich in Röhren fortpflanzt. Hier können ſich die Schallſtrahlen nicht nach allen Seiten ausbreiten und gehen nun ungehemmt in der Röhre fort, mag ſie gerade oder gebogen ſein. Darauf beruht die Einrichtung des Communikations-, Sprach-, und Hör-Rohres. Das erſtere, auch Fliſterrohr genannt, iſt jedes in Wänden oder Säulen angebrachte Rohr, durch welches man ſich mit entfernten Perſonen unterhalten oder beſprechen kann. Das Sprachrohr (Fig. 54) iſt ein großes Blechrohr von kegelförmiger Geſtalt etwa 3 Fuß lang, mit kegelförmigem Mundſtücke;

es verſtärkt die menſchliche Stimme bedeutend, indem die hineinge=ſprochenen Laute mehrmals an den innern Wänden gebrochen und dann in der Richtung der Axe hinausgeſtoßen werden; man gebraucht es auf Thürmen zum Feuerlärm, auf Schiffen ertheilt der Kapitän beim Sturme den Matroſen die Befehle, oder er correſpondirt mit vorbeiſegelnden Schiffen u. ſ. w. Das Hörrohr (**Fig. 55**) iſt verſchieden geformt. Es kann eine Art Trichter ſein mit gekrümmtem Ende. Eine neuere Art beſteht aus zwei durch Biegel verbundenen Metallgefäßen von der Größe einer Birne, deren ſchwaches Ende durch ein ſpiralförmiges Rohr verlängert mit dem Ohr verbunden wird; es iſt eigentlich eine Vorrichtung fürs Ohr in der Art, wie die Brille fürs Auge.

Wenn die Schallſtrahlen auf Hinderniſſe beſonders auf Flächen treffen, ſo erfolgt, ganz nach dem Geſetz des Zurückprallens der Körper, eine Zurückwerfung des Schalles. Die Schallſtrahlen, d. h. die Luftwellen prallen an allen Körpern beſonders an Wänden, Berglehnen, Wäldſäumen zurück. In Zimmern und kleinen Räumen kann man den zurückgeworfenen Schall darum nicht wahrnehmen, weil er mit dem erregten Schall ſelbſt zuſammenfällt. In großen Gemächern aber, beſonders in weiten Sälen, in Gängen großer Gebäude, in Kirchen u. ſ. w. werden die Schallſtrahlen von den meiſt rechtwinklichten Wänden vielfach zurückgeworfen und machen dadurch geſprochene Worte und Fußtritte dumpf und undeutlich. Man nennt dieſes Durcheinandertönen den Nachhall. Sind jedoch die Flächen, an denen die Strahlen zurückprallen weiter entfernt, ſo daß die zurückgeworfenen Töne oder Schallabſchnitte nach einander vernommen werden, ſo nennen wir dieß den Wiederhall oder das Echo. Wenn ein Echo gehört werden ſoll, ſo muß die Zurückwerfungsfläche wenigſtens 60 Fuß weit entfernt ſein. In Gebirgsgegenden, in Sädten zwiſchen den Mauerwänden, in Wäldern ſind die Echos etwas Gewöhnliches und ſie ſind oft ſehr merkwürdig, indem ſie ganze Wortreihen einmal oder vielfach wiederholen. Bekannte ſchöne Echos ſind: auf dem Kynaſt im Rieſengebirge und an der Roßtrappe im Harzgebirge, wo der Knall einer kleinen Kanone mit Donnergebrüll ſich durch die Berge wälzt; in den Adersbacher Steinen auf der böhmiſch=ſchleſiſchen Grenze, wo das Echo 7 Silben dreimal deutlich wiederholt; ein Echo am Lurleifelſen am Rhein unweit Oderweſel und ein Echo in Altdorf in Baiern der Sternwarte gegenüber geben ganze Worte vielmal wieder; ein Echo an einer Ruine zu Derenburg bei Halberſtadt giebt 25 hintereinander geſprochene Silben wieder. Noch berühmter iſt das Echo auf der Villa Marcheſe bei Mailand, welches ganze Verſe wiederholt. An=

dere ähnliche ſind an einer Abtei in Rouen, im Park zu Woodſtock in England u. ſ. w. —

Eine dem Echo ähnliche Erſcheinung iſt da, wo die Schallſtrahlen von gekrümmten Oberflächen zurückgeworfen werden, wie in gewölbten Räumen, in runden Kapellen, Tempeln. Die Schallſtrahlen werden dabei ähnlich, wie die Lichtſtrahlen aus einem Hohlſpiegel, in einen beſtimmten Punkt, Brennpunkt genannt, zurückgeworfen, wo man jeden Laut vernimmt. Bisweilen laufen, was noch merkwürdiger iſt, die Schallſtrahlen gewiſſermaaßen an den Deckengewölben hin und es werden ſelbſt die leiſeſten Töne auf ſehr entfernten Punkten vernommen. Man nennt ſolche Räume Schall- oder Sprachgewölbe und haben dieſe Eigenthümlichkeit alle diejenigen Bauwerke, deren innerer Hohlraum die eiförmige Rundung hat; Wölbungen oder Rundungen von dieſer Geſtalt heißen elliptiſche oder paraboliſche Räume und es werden in dieſer Form theils Kirchen, aber auch Theater und Salons gebaut. Merkwürdige Schallgewölbe finden ſich hie und da an Bauwerken. Bekannt ſind: ein Saal in Sibyllenort unweit Breslau; das Gewölbe in der Friedenskirche in Hirſchberg, ein Garten-Salon in Glatz; der ſogenannte Tempel der Nacht zu Schönau bei Wien; ein Saal in der Sternwarte zu Paris; die Kuppel der Peterskirche in Rom, der Peter-Paulskirche in London. Etwas ganz ähnliches iſt eine Grotte in einem Steinbruche bei Syrakus, im Alterthume das Ohr des Dionyſos genannt, weil dieſer König die daſelbſt Eingekerkerten in ihren leiſeſten Geſprächen belauſchen konnte. — Wenig verſchieden vom Echo iſt diejenige Erſcheinung, wo wir den Schall von entgegengeſetzter Seite vernehmen, wenn uns eine Wand, ein Haus vom ſchallenden Körper trennt, wodurch wir ſeinen Schall nicht direct, ſondern erſt mittelſt des Zurückwurfes vernehmen. Dieß veranlaßt häufig für unſer Ohr mancherlei Täuſchungen.

Außer dieſen Schallerſcheinungen mag noch die genannt werden, daß tönende Körper ſich gegenſeitig zum Erklingen anregen. Man nennt dieſe Eigenthümlichkeit das Mittönen oder Mitklingen der Körper, und ſind in dieſer Rückſicht die Schallböden und Räſonnanzböden der muſikaliſchen Inſtrumente die Urſache zu einer bedeutenden Verſtärkung der Töne, d. h. ſie erzeugen durch Mittönen eigentlich eine größere Volltönigkeit eines Inſtruments. —

3) Von dem eigentlichen Klange oder Tone der verſchiedenen Körper.

Schon oben wurde geſagt, daß wir uns unter Tönen die Klänge in ihrer verſchiedenen Höhe zu denken haben. Allein heftiges Ertönen, wie der Knall einer Kanone, der rollende Donner, wovon

ganze Gebäude und ſelbſt der Erdboden in Erſchütterungen gerathen, bezeichnen wir nicht als Ton. Wir denken uns viel mehr die Töne als Klänge von gemäßigter Stärke, die zugleich bei uns das Gefühl des Wohlbehagens erregen. Daß die Töne nicht blos nach Höhe verſchieden ſind, ſondern auch nach der Beſchaffenheit der Körper, von denen ſie ausgehen, wie wir auch ſchon oben bemerkten, liegt in der Art, wie die Köıper ſchwingen. Die Körper ſelbſt ſind zwar durch ihre jedesmalige Aggregatsform in ihren Schwingungen verſchieden, wir brauchen aber hier nur auf die feſten Körper und auf die Luft Rückſicht zu nehmen.

Unter den feſten Körpern ſind als tönende Körper am gewöhnlichſten: 1) die durch Gewichte oder Schrauben oder Pflöcke angeſpannten Seile, Fäden, Schnuren, Drähte, wirkliche Saiten auf Saiten-Inſtrumenten; 2) angeſpannte Zeuge, Papiere, Felle; 3) Stäbe von verſchiedener Geſtalt als Stahlſtäbe, Glasſtäbe, Glasröhren, Ringe, Triangel; 4) Scheiben von Glas, Holz, Metall, Räſonnanz- und Schallböden; 5) ſchallende Hohlkörper als Glocken, Gefäße, Gläſer, die Tonwerkzeuge des Menſchen u. ſ. w. Wir bemerken hier nur, daß die Metallkörper im Allgemeinen die lieblichſten und die ſchönſten Töne geben; ihnen ſtehen jedoch die Töne der menſchlichen Stimme oder die Vocaltöne unter Umſtänden nicht nach und wir bezeichnen die letzteren in ihrer Reinheit als Silberklänge. Außer den genannten Körpern tönt die Luft in hohlen Räumen; ſie erzeugt ebenfalls verſchiedene bald rauſchende, bald weiche, bald ziſchende u. a. Töne. Auf der kunſtmäßigen und geregelten Tonerzeugung beruht die Tonkunſt oder Muſik und auf dem Klange der feſten Körper beruht die Einrichtung aller Saiten- und anderer Inſtrumente, ſo wie auf dem Tönen der Luft die Einrichtung der ſämmtlichen Blaſe-Inſtrumente, die Orgeltöne u. a. Die Menge der Töne iſt, wie wir ſchon aus Erfahrung wiſſen, ſehr groß. Einige Haupt-Unterſchiede werden ſich im Folgenden ergeben.

Die Schwingungen, in welche die Körper verſetzt werden, ſind Quer- oder Transverſal-Schwingungen, wenn die Körper bei ihrer Schwingung in der Längenrichtung nach den Seiten ausbeugen, Längen- oder Longitudinal-Schwingungen, wenn ſie der Längenrichtung entlang, d. h. zwiſchen den Endpunkten ſchwanken, endlich drehende Schwingungen wenn die Körper durch ſchnelle Reibung im Kreiſe in Schwingungen gerathen. Die Querſchwingungen ſind faſt die allein vorkommenden und finden ſtatt beim Streichen der Violinſaiten, beim Anſchlagen der Klavirhämmer, beim Anſchlagen auf das Paukenfell, beim Anſchlagen des Glockenklöppels u. ſ. w. Dagegen aber entſtehen Längenſchwingungen, die einen ſchneidenden Ton geben, wenn ich mit zwei Fingern eine Saite nach der Länge ſtreiche.

Die Schwingungen und zwar die Querſchwingungen vorzugsweiſe angehend, ſo können dieſelben von zweierlei Art ſein. Die Körper, nämlich die Saiten, Flächen, Glocken ſchwingen entweder ganz oder in gleichvielen beſtimmten Abſchnitten; die Schwingungen gehen nach der Seitenrichtung, wohin der anſtreichende Körper ſtrebt, alſo auf- und abwärts oder herüber und hinüber. Wie ſchnell es auch geſchieht, bei Saiten läßt es ſich leicht beobachten.

Bei den Schwingungen zeigt ſich zunächſt die merkwürdige Erſcheinung, daß an den Saiten und Stäben beſtimmte Punkte, an den Flächen und Hohlkörpern beſtimmte Linien unveränderlich ruhig ſind, während die Theile umher erzittern. Dieſe ruhenden Punkte nennt man Schwingungsknoten, die ruhenden Linien aber Knotenlinien. Man bemerkt, daß die Erzitterungen oder Schwingungen zu beiden Seiten der Schwingungsknoten nach entgegengeſetzter Seite ſchwingen, ſo daß etwa (**Fig. 56**) eine tönende Saite eine Schlangenlinie bildet. Merkwürdiger iſt die Erſcheinung an ſchwingenden Flächen; es wird nämlich feiner Sand, den man auf dieſelben ſtreut, durch die Erzitterungen auf die Knotenlinien geſtoßen, wodurch ſich aus dem Sande allerhand Figuren, als Sterne Roſetten, Kreiſe, mit Durchmeſſern und dgl. bilden (**Fig. 57**). Man nennt dieſe Figuren Klangfiguren. Dieſelben entſtehn vorübergehend auf der Oberfläche des Waſſers in einem Gefäß, wenn man den Gefäßrand mit einem geharzten Violinbogen ſtreicht.

Die Tonhöhe hängt nun bei allen Körpern von der Zahl der Schwingungen oder von der Schwingungsmenge ab und es gilt als Geſetz: bei den Saiten nimmt der Ton an Höhe zu mit abnehmender Länge und Dicke, aber zunehmender Spannung, d. h. bei gleicher Spannung giebt eine dünnere oder kürzere Saite einen höhern Ton und umgekehrt, Saiten von gleicher Dicke, Länge und Spannung geben denſelben Ton. Bei Stäben, Flächen, Scheiben, Hohlkörpern nimmt der Ton an Höhe zu mit abnehmendem Umfange; alſo eine kleinere Glocke muß ſtets einen höhern Ton geben als eine große. Die Menge der Schwingungen, welche ein tönender Körper in 1 Sekunde macht, nennt man die Schwingungszahl. Der tiefſte Ton entſteht, wenn ein Körper in 1 Sek. etwa 32 Schwingungen, der höchſte aber, wenn er in 1 Sek. 8000 Schwingungen macht. — Was ſonſt die Töne angeht, ſo iſt beſonders über ihre Höhe und Tiefe noch zu bemerken, daß ſie ihre beſtimmte Stufenfolge haben. Es kann dieß am beſten an einer ſchwingenden Saite gezeigt werden. Schwingt nämlich die Saite als Ganzes, ſo giebt ſie den Grundton, auch die Prime genannt, an; ſchwingt ſie jedoch in der Hälfte, ſo entſteht die Octave. Zwiſchen Octave und Grundton liegen noch eine Reihe von Tönen. Man unterſcheidet folgende Töne, die in der Muſik mit den neben-

ſtehenden Buchſtaben bezeichnet werden: Grundton C, Sekunde D, Terz E, Quarte F, Quinte G, Sext A, Septime H, Octave c, welche 8 Töne die Octave genannt werden. Zwiſchen dieſen 8 Tönen der Octave, welche ganze Töne heißen, liegen noch viele halbe Töne, die durch Erhöhung eines vorhergehenden oder durch Erniedrigung eines folgenden Tones entſtehen; jene bezeichnet man durch Anhängung der Silbe is, dieſe durch Anhängung der Silbe es. Doch finden in der Muſik nur folgende 14 Töne ihre Anwendung: C, Cis, D, Dis, E, F, Fis, G, Gis, A, Ais, H, c, cis. In der Muſik wird aber die Tonreihe von c aus weiter fortgeführt, ſo daß zwei, drei, vier fünf, Octav=Reihen vorkommen.

Die eben bezeichnete Reihe der Töne nennt man die Tonleiter oder Skala und zwar heißt die der ganzen Töne die diatoniſche (durchtönende), die der ganzen Töne mit den halben die chromatiſche (farbige) Tonleiter. Der Abſtand zweier Töne heißt das Intervall derſelben. Wenn mehrere Töne mit einander klingen, ſo bringen ſie nur dann ein angenehmes Gefühl bei uns hervor, wenn in beſtimmten Zeiträumen ihre Schwingungen zuſammentreffen; in dieſem Falle entſtehen die Wohlklänge oder Conſonanzen, im entgegengeſetzten Falle entſtehen Mißklänge oder Diſſonanzen. Als Diſſonanzen klingen Grundton und Sekunde, Grundton und Septime, als Conſonanzen klingen Grundton und Octave, Grundton und Quinte oder C, E, G; G, H, d; D, dis; A u. ſ. w. Die 3 und mehrtonigen Conſonanzen nennt man Accorde. Sie ſind Dur= oder Moll=, d. h. harte oder weiche Accorde und haben als ſolche eine verſchiedene Tonleiter. Die Töne können länger oder kürzer angehalten werden, man nennt die beſtimmte Dauer der Töne ihr Zeitmaaß, Tempo oder den Tackt. Die Stärke des Tones hängt dabei von der Weite der Schwingungen ab. Töne, welche die beſtimmte Reinheit haben, heißen melodiſche oder harmoniſche Töne und geben in tacktmäßiger Aufeinanderfolge, in angemeſſener Stärke eine Harmonie, aus Harmonien entſteht die Melodie. Dieß ſind die einfachſten Elemente der Tonkunſt.

4) Die muſikaliſchen Inſtrumente.

Zur kunſtmäßigen Erzeugung der Töne durch hervorgebrachte Schwingungen der Körper haben wir eine große Menge von Vorrichtungen und Inſtrumenten. Ihre Töne nennt man ins Geſammt Inſtrumentaltöne zum Unterſchiede von Vocaltönen oder Geſangtönen. Nicht leicht bringt eine andere Kunſt ſolche ergreifende Wirkungen auf unſer Gemüth hervor wie die Muſik. Von welchem Inſtrumente wir den Zauber der Töne vernehmen mögen, ſie ſtimmen uns zur höchſten Freude, zur Wehmuth, zur Begeiſterung, zur Luſt wie zum tiefſten Ernſte. Der Schall der Töne begeiſtert den

Krieger in der Schlacht zur Tapferkeit, und den frommen Beter zur innigſten und reinſten Andacht; er rauſcht uns entgegen aus den Feſtgemächern und von öffentlichen Feierlichkeiten und überall verkündet er bald Freude, bald Trauer. Die Inſtrumente, denen die Töne entlockt werden, ſind mehr oder weniger zuſammengeſetzt und gründen ſich in ihrer Einrichtung theils auf die Schwingungen feſter Körper oder auf die Schwingungen der in ihnen enthaltenen Luft; die erſteren ſind Inſtrumente mit Saiten, Häuten, Scheiben und Glocken, die letzteren ſind alle Blaſe-Inſtrumente, wozu auch die Orgeln gehören.

Unter den Saiten-Inſtrumenten ſind am bekannteſten die Streich-Inſtrumente: die Violine, Bratſche, das Violoncello, der Violon; ferner die mit Hammer- und Taſt-Vorrichtungen, wie das Klavir, Forte, der Flügel; die für den Fingerſchlag, wie die Zimbel, Guitarre, Harfe u. a. Darmſaiten und Metallſaiten, aber auch ſeidene Schnur (Quinte der Violine) kommen in Anwendung. Raiſonnanzböden verſtärken, Dämpfer mildern den Ton. Ein weniger bekanntes aber herrliches Saiten-Inſtrument iſt die Aeolsharfe, ſie iſt ein dreiſeitiger hohler Holzkaſten, auf zwei Seiten mit Saiten beſpannt; man ſtellt dieß Inſtrument in ein Fenſter mit Zugluft, die durch ihr Anſtreichen die herrlichſten Accorde in abwechſelndem Piano und Forte ertönen läßt. Ein blos zu Verſuchen über die Saitenſchwingung beſtimmtes Inſtrument, iſt das Monochord; es iſt mit einer Saite beſpannt.

Die ſtabförmigen Körper finden behufs der Tonerzeugung eine verſchiedentliche Anwendung. Beſonders ſind als ſolche Körper wichtig die Schlagfedern in Tiſchuhren, die ſchon hie und da ſtatt der Glocken gebrauchten ſtählernen Stäbe (welche bei gleichem Tone um $\frac{4}{5}$ billiger ſind als Glocken), ferner die Stimmgabel und der als wirkliches Muſik-Inſtrument gebrauchte Triangel. Spielwerke in Doſen, die Maultrommel, die Eiſenvioline, die Holz-, Glas- und Stahl-Harmonika ſind Inſtrumente mit Stäbchen. Die Eiſen-Violine und die genannten Arten von Harmoniken haben ſämmtlich für die Tonreihe oder einen beſtimmten Accord längere und kürzere oder ſtärkere und dünnere Stäbchen. Dieſe Inſtrumente ſind übrigens alle ſehr unvollkommen. —

Muſikaliſche Inſtrumente aus Häuten oder membranartigen Körper ſind die Trommeln, Tamburins, Pauken, ſcheibenartige Inſtrumente ſind die Becken. Die Pauken haben im Innern des Paukenkeſſels noch ein Klangrohr, das nach oben eine trichterförmige Mündung hat. — Unter den Hohlkörpern ſind die Klingeln, Schellen und wirklichen Glocken die wichtigſten Klang-Körper. Aus Glocken ſetzt man unſere Glockengeläute und Glockenſpiele

zuſammen. Die letzteren hat man manchmal an Gartenhäuſern von chineſ. Geſchmack, wo die Glöckchen auf ähnliche Weiſe, wie bei der Aeolsharfe die Saiten, durch die Luft in Schwingungen geſetzt, in lieblichen Accorden ertönen; am gewöhnlichſten werden aber die Glockenſpiele in Spieluhren angebracht. Ein berühmtes Glockenſpiel iſt auf dem Rathsthurme in Potsdam, ein anderes auf dem Rathsthurme in Amſterdam, ebenſo eines auf einem Thurme der Lorettokirche in Prag. Aus wohlklingenden Schellen ſetzt man Schellen- oder Schlitten-Geläute zuſammen.

Die Blaſe-Inſtrumente, in welchen die Töne durch die im Innern der Inſtrumente erzeugten Luftſchwingungen hervorgebracht werden, verändern den Ton nach der Art des Hineinblaſens und nach der Stärke und Länge der darin ſchwingenden Luftſäule. Alle dieſe Inſtrumente beſtehen bekanntlich aus Röhren von Holz, Metall, Bein, ſind mit Mundſtück verſehen und laufen am untern Ende in einen Schalltrichter aus; einige haben Tonlöcher mit Klappen. Die bekannteſten Inſtrumente der Art ſind die Flöte, das Waldhorn, die Trompete, Schalmei, Poſaune; um ſchnarrende Töne hervorzubringen, dazu dient die Klarinette, die Hoboë, das Fagot; dieſe ſind am Mundſtück mit einem elaſtiſchen Blättchen verſehen, welches beim Blaſen erzittert. Zu den Blaſe-Inſtrumenten gehören auch die Pfeifen.

Das faſt alle Blaſe-Inſtrumente in ſich vereinigende großartigſte muſikaliſche Inſtrument iſt die Orgel. Die Windbälge, die Windladen mit Fächern, das Pfeifenwerk, das Taſtwerk, ſind die Hauptbeſtandtheile. Verſchiedene im Ganzen einfache Mechanismen vermitteln das Orgelſpiel. Die Pfeifen werden durch die aus der Windlade, auf deren oberem Deckel ſie ſtehen, ausſtrömende Luft zum Tönen gebracht, indem auf dem Taſtwerke oder der Claviatur angeſchlagen wird, wodurch die Ventile in der Windlade ſich öffnen. Das Taſtwerk enthält gewöhnlich ein einfaches oder doppeltes Manual für's Spiel der Hände und ein Pedal für die Füße. Neben dem Manual ſind die Regiſter oder Züge, durch deren Ausziehen oder Hineinſchieben eine beſtimmte Pfeifenreihe geöffnet oder geſchloſſen wird, wodurch eine vielfache Miſchung oder Veränderung der Töne entſteht. Ein weit weniger wichtiges Inſtrument iſt die Drehorgel oder Leier und eine kleinere Art iſt die Vogelleier, welche die Vogel- oder Flageolet-Töne giebt. Ein unbedeutendes Inſtrument iſt die aus mehreren kurzen aber ungleichen Blechröhren zuſammengeſetzte Mundorgel oder Papageno-Pfeife, anderer kleinerer und unwichtiger Inſtrumente nicht zu gedenken. Wie bedeutungsvoll manches der Ton-Inſtrumente durch ſeine Klänge in's Leben eingreift, wobei unſtreitig die Glocke und die Orgel oben an ſteht (kennſt du lie-

der Leſer „die Glocke" von Schiller?), das mag dem weitern Nachdenken des Leſers überlaſſen ſein, aber einige kurze geſchichtliche Notizen mögen hier Platz finden. Alle Inſtrumente ſind natürlich am Anfange von dürftiger Beſchaffenheit geweſen und ſind nach und nach vervollkommnet worden. Die älteſten Inſtrumente dürften wohl die Poſaune und die Harfe ſein; ſie ſind aſiatiſchen Urſprungs und ihr Alter reicht wohl über 1000 J. vor Chr. Geburt hinauf. Die erſtere war durch's ganze Alterthum bei vielen Völkern das Inſtrument, wodurch öffentliche Verkündigungen durch die Völker verbreitet wurden und am jüngſten Tage wird der Poſaunenſchall uns alle aus den Gräbern zum ſtrengen Gerichte vor den Thron des Allmächtigen fordern. Die Harfe, nach einigen im Alterthume anders eingerichtet als gegenwärtig, war das Lieblings-Inſtrument des Königs David; in neuer Zeit hat man die ſogenannte Pedalharfe erfunden, die ſelbſt vollkommner ſein ſoll, als das Flügel-Inſtrument. Nicht viel jüngern Urſprungs als die genannten Inſtrumente mögen die Trompete vielleicht auch die Trommel, welche letztere aus Aegypten ſtammen ſoll, ſein. Die Trompete war ſchon früh im Kriege gebräuchlich; im Mittelalter erklang ſie bei Fehden und Ritterturnieren und andern Feſten.

Ein ſehr früh gekanntes Inſtrument iſt die Flöte, ſie war eine Erfindung der Phrygier in Kleinaſien; die Griechen ſchrieben ſie aber ihrem Muſen-Gott Apollo zu. Die Griechen hatten ſo wie ſpäter die Römer die erſten Saiten-Inſtrumente, nämlich die Lyra und die Kythara (Cyther), beide ſind nicht mehr gebräuchlich. Den Griechen verdankt man auch die Hirtenſchalmei (Dromete). Die gekrümmten Hörner, eine Art Waldhörner, ſind auch im hohen Alterthume vielleicht bei den Babyloniern zuerſt gebraucht worden. — Die jetzt gebräuchlichen Muſik-Inſtrumente ſind zum Theil die vervollkommneten ältern, zum Theil aus dem Mittelalter oder neuern Urſprungs. Die Violine, Bratſche u. a. kamen ſeit dem 11. und 12. Jahrhundert aus Italien, faſt zugleich mit dem von Guido von Arezzo 1024 erfundenen Notenſyſteme zu uns. Die Oboë oder Hoboë und das Fagot wurden im 16. Jahrhundert in Italien, die Klarinette 1690 in Nürnberg erfunden. Aus dem Anfange des Mittelalters ſtammt die Orgel. Die neuere Zeit preiſet oft hochmüthig ihre Erfindungen, welch ein Geiſt muß es geweſen ſein, der die Orgel erdachte? Ihre Feierklänge verherrlichen den chriſtlichen Gottesdienſt und erweichen das gläubige wie das rauhe Gemüth. Ihre Verbreitung erfolgte mit der weitern Ausbreitung des Chriſtenthums. Einer der berühmteſten Orgelbauer war zu Anfang des 18. Jahrh. der Organiſt Silbermann in Freiberg in Sachſen. Die größeren Saiten-Inſtrumente, nämlich das Fortepiano und der Flügel ſind in den letzten 100 Jah-

ren erfunden und ausgebildet; ſie ſind deutſche Erfindungen. Was die Glocken angeht, ſo ſind ſie eine Erfindung eines altitaliſchen Cultur-Volkes der Hetrurier, die im heutigen Toskana ſaßen und um 1000 v. Chr. ihre Blüthezeit hatten. Im 5. chriſtl. Jahrhundert wurden durch einen ital. Biſchof in Campanien die Glocken für die Kirchen in Anwendung gebracht. Die größte Glocke in der Welt iſt in Moskau neben dem Iwansthurme im Kreml, ſie ſoll 4000 Ctr. wägen, ſie iſt aber außer Gebrauch und ſogar beſchädigt. Die Anwendung von Stahlſtäben ſtatt der Glocken erwähnten wir ſchon oben. —

5. Verſchiedene Naturklänge, Stimme der Menſchen und Thiere.

In der freien Natur vernehmen wir faſt ſtets die verſchiedenartigſten Töne; der erhabene Schöpfer hat in Alles die beſtimmten Klänge gelegt, um ſein Daſein auch dadurch zu bekunden. Bald gehen ſie aus von den in Berührung kommenden feſten Maßen, welche nicht blos alle ſchon genannten Klänge von ſich geben, ſondern welche auch auf andere mannigfache Weiſe vernehmbare Töne erregen, bald gehen ſie aus von den Waſſer- und den Luftmaſſen, bald vernehmen wir erſchütternde Donnerklänge aus den Wolken. Wie wir hier immer dieſelben beſtimmten Töne hören, ſo vernehmen wir Töne in noch mannigfaltigerer Art von der Thierwelt. Dieſe ſind nicht nur bei jedem Thiergeſchlechte anders, ſondern bei einem und demſelben Geſchlechte ſind ſie verſchieden nach der jedesmaligen Empfindung des Thieres, bei Freude, Schmerz, Hunger, Züchtigung, Erzürnung, äußert ſich an den meiſten Thieren die Stimme anders. Viele Thiere haben nun zwar für unſer Ohr eine unangenehme Stimme, wie das Brüllen, Heulen, ſelbſt das Blöcken, Bellen, Knurren, Quacken, u. ſ. w. Dagegen hat die eine Thiergattung, nämlich die der Singvögel vom weiſen Schöpfer eine klangvolle Stimme erhalten. Wir bewundern die Töne der Nachtigall, der Lerche, des Rothkehlchens, der Amſel u. a. Vögel. Die ganze Einrichtung der Stimmwerkzeuge der Thiere liegt vorzüglich in der Kehle und in der Maulhöhle und die Töne entſtehen theils durch Ausſtoßen theils durch Einziehen der Luft. In der Kehle der Singvögel ſind noch beſondere Stimmfalten, welche die Tonveränderungen bewirken. Nur die Thiere mit Lungen haben eine Stimme. Die Fiſche und viele andere Thiere der untern Klaſſen ſind ſtumm, weil ſie keine Lungen haben.

Die menſchliche Stimme zeichnet ſich vor allen andern Naturſtimmen durch ihre Vollkommenheit aus. Die Stimmwerkzeuge ſind die Lungen, die Luftröhre, die Mundhöhle nebſt der Zunge, den Zähnen, Lippen. In der Luftröhre liegen die Stimmbänder, zwei häu-

tige Streifen, welche durch die ausgeſtoßene Luft in Schwingungen verſetzt hauptſächlich die artikulirten Töne erzeugen. Die Stimmbänder ſind bei Männern länger und ſtärker als bei Frauen und daher bei jenen die Töne tiefer, bei dieſen höher. Schwingen die Stimmbänder der ganzen Länge nach, ſo heißen die Töne Bruſttöne, ſchwingen aber bloß die obern Enden, ſo heißen ſie Fiſtel- oder Falſettöne. Der Menſch kann faſt alle nur denkbaren Töne hervorbringen, doch haben nicht alle Menſchen eine gleich wohlklingende und gewandte Stimme. Beim Geſange giebt es 4 Hauptſtimmen, eine Diskant-, Alt-, Tenor-, Baßſtimme, oder die erſte, zweite, dritte, vierte Stimme; die Diskantſtimme heißt auch Sopranſtimme. Man nennt dieſe 4 Stimmen auch zuſammen den vierſtimmigen Satz, der ebenſo bei allen andern Inſtrumenten vorkommt und namentlich durch die Violine d. h. durch Violine, Bratſche, Violoncello und Violon vertreten wird. Die Töne der menſchlichen Stimme heißen, wie ſchon oben angedeutet wurde, Vocaltöne, und die Vokal-Muſik durch gewandte Sänger ausgeführt, (z. B. im ſchönen Choral,) begeiſtert und entflammt uns mehr als jede Inſtrumental-Muſik. Im Geſange ſind manche Völker, vor allen die Italiener ausgezeichnet und Italien heißt auch das Land des Geſanges.

6) Das menſchliche Hör-Organ.

Zur Wahrnehmung der Töne hat uns der weiſe Schöpfer das Ohr gegeben, ein gleich künſtliches Organ wie das Stimmorgan. Das Ohr beſteht aus dem äußeren und inneren Ohre. Das äußere Ohr iſt die Ohrmuſchel, welche die Schallſtrahlen auffängt und nach innen leitet. Hier gehen ſie durch den Gehörgang, deſſen hinteres Ende durch ein feines durchſichtiges Häutchen, Trommelfell genannt, geſchloſſen und vom innern Ohr getrennt iſt. Das innere Ohr beſteht aus der innern Ohrenhöhle, aus welcher eine Seitenröhre, die Euſtachiſche Röhre genannt, unterhalb der Augen in die Mundhöhle führt. In der Ohrenhöhle liegt über dem Trommelfell ein kleines Knochenwerk, wozu der Ambos, der Hammer, der Steigbügel gehören, welche die Erzitterung fortpflanzen und dem daneben liegenden Gehörnerv zuführen, von welchem der Schall empfunden wird. Neben dem Gehörgange liegt die gelbliche Ohrdrüſe, welche dem Ohr die nöthige Feuchtigkeit giebt. Das Ohr iſt ein ſehr leicht verletzbares Organ. Wenn irgend eine Verletzung vorgegangen iſt, entſteht Schwerhörigkeit oder völlige Taubheit. Schwerhörigkeit tritt ein, wenn durch heftige Erſchütterung oder durch hohes Alter das Trommelfell erſchlafft oder geſprengt iſt. Sehr ſchädlich kann ſtarke Verkältung des Kopfes nach vorhergegangener Erhitzung wirken; auch Unreinlichkeit, Ausſchweifungen können das Gehör abſtumpfen, ſchwä-

chen oder vernichten. Das Ohrenklingen und Ohrenſauſen rührt von dem Andrange des Blutes nach dem Kopf und haben ſolche Perſonen beſonders nothwendig, ſich aller erhitzenden Speiſen und Getränke zu enthalten.

Ein leiſes und feines Gehör haben die Menſchen, die viel im Freien ſind, deshalb iſt es z. B. bei den Wilden fremder Erdtheile wie alle übrigen Sinne ſo unglaublich geſchärft. Auch manche Thiere haben ein ſehr leiſes und ſcharfes Gehör und wenn ſie etwas für ſie Auffallendes hören, ſpitzen ſie noch die Ohren, um die Schallſtrahlen beſſer aufzufangen. Der Gehörsſinn gehört beim Menſchen zu den edelſten, unentbehrlichſten Sinnen. Daher ſind die Taubgebornen ſehr unglückliche Menſchen, denn in Folge des mangelnden Gehörſinnes mangelt ihnen auch die Sprache, und ihre geiſtige Entwickelung iſt gehemmt. Wer geſunde Sinne hat, kann dem gütigen Schöpfer nicht genug danken.

Siebenter Abſchnitt.

Vom Lichte.

1) Weſen des Lichts, Lichtkörper.

Den großen Weltenraum erleuchtet das Licht, das Wunder des erſten Schöpfungstages. Das Licht iſt die Urſache, daß wir die Körper ſehen. Ob daſſelbe eine wirkliche Materie ſei oder nicht, iſt unentſchieden, die Körperlichkeit läßt ſich durchaus nicht nachweiſen; wir bezeichnen jedoch das Licht als Lichtmaterie oder als Lichtſtoff, nach einer andern Anſicht als Lichtäther. Daß das Licht von außerordentlicher Feinheit iſt, unterliegt keinem Zweifel, wir nehmen es mit dem Auge wahr, aber indem es dieſem zugeht, wirkt es nicht als körperliche Maſſe, ſondern eher als Kraft. Die Körper, an denen das Licht haftet, nennt man leuchtende Körper. Sie ſind entweder ſelbſtleuchtende oder wirkliche Lichtkörper wie unſere Sonne und alle Firſterne, Phosphor, faulendes Holz, Johanniswürmchen u. dgl., oder ſie ſind dunkle, lichtloſe Körper, wie die Erde und die andern Planeten, Monde und alle Beſtandtheile dieſer Weltkörper. Jene ſind durch ſich ſelbſt ſichtbar, dieſe nur, wenn ſie vom Lichte anderer beſtrahlt werden. Zur Erleuchtung des Weltraumes hat der erhabene Schöpfer Millionen Sonnen hervorgerufen. — Geht das Licht durch die Körper hindurch, ſo heißen ſie durchſichtig wie Waſſer, Luft, Glas, Kryſtall, oder halbdurchſichtig, durchſcheinend, oder undurchſichtig, je nachdem wenige oder gar keine Lichtſtrahlen hindurchgehen. Manche

Körper wie der Bologneſer Stein ſaugen Licht ein und leuchten im Dunkeln, ſie heißen Lichtſauger, Lichtträger, Lichtmagnete. Körper, durch welche das Licht geht, nennt man Durchgangsmittel. Das Licht dringt in alle auch noch ſo kleinen Räume ein und erleuchtet ſie um ſo ſtärker, jemehr ihm der Zugang offen iſt. Lichtzugänge in innere Räume ſind Fenſter, Lucken, jede Oeffnung in den Wänden der Räume.

Die meiſten Haupterſcheinungen des Lichtes knüpfen ſich an die Verbreitung, an die Zurückwerfung, an den Durchgang deſſelben durch beſtimmte Mittel und man macht daher auch in der Lichtlehre oder Optik gewöhnlich 3 Hauptabſchnitte, die da ſind: die Lehre von der Verbreitung des Lichts oder die eigentliche Optik; die Lehre von der Zurückwerfung deſſelben oder die Katroptik; die Lehre vom Durchgange des Lichts oder die Dioptrik. Die nachfolgenden Betrachtungen werden die Hauptſachen erläutern.

2) Verbreitung des Lichtes; Schatten; Stärke und Geſchwindigkeit des Lichts.

Nach der allgemeinſten Erfahrung geht das Licht ſtrahlenförmig von den Körpern aus und geht in unſer Auge oder erleuchtet andere Körper und macht ſie uns ſichtbar. Die leuchtenden Körper nennt man die Lichtquellen, die bisweilen bloße Lichtpunkte, oder Lichtflammen, Lichtkegel, Lichtkugeln ſind. Bei der Verbreitung des Lichtes gilt als Hauptgeſetz: Die Lichtſtrahlen verbreiten ſich geradlinig nach allen Richtungen. Daß dem alſo ſei, zeigen die für unſer Auge wahrnehmbaren Strahlen eines Lichtes, und wir entnehmen es auch an der Sichtbarkeit der Körper ſelbſt; denn wir können die Theile derſelben nicht ſehen, die durch einen dazwiſchen tretenden andern Körper verdeckt ſind.

Fällt das Licht auf einen undurchſichtigen Körper, ſo entſteht hinter ihm (**Fig. 58.**) ein dunkler Raum, der Schattenraum oder der Schatten, der auf einer Fläche aufgefangen die Geſtalt des Körpers im Schattenbilde giebt. Man nennt das Schattenbild auch den Schlagſchatten. Die Kanten des Schattenraumes ſind ſtets heller, als die nach innen liegenden Schattenpunkte; jenes iſt der Halb-, dies der Kernſchatten. Auf den Schatten hat die Geſtalt und die Lage der Körper gegen das Licht, großen Einfluß. Kugeln geben unter allen Stellungen einen Kegelſchatten und ein rundes Schattenbild; ſolche Schatten werfen Himmelskörper, woraus wir ihre Kugelgeſtalt entnehmen können. Scheiben geben bald ein ſcheibenförmiges, bald ein linienförmiges Bild, andere Körper geben einen ihrer Geſtalt angemeſſenen Schatten, und je nachdem der Körper oder das Licht größer oder kleiner iſt, wird der Schatten in allen

Dimenſionen größer oder kleiner. Die Schatten verlängern ſich, je ſchiefer die Lichtſtrahlen auffallen, daher iſt der Schatten der Bäume, Menſchen, des Morgens und Abends länger, zu Mittag kürzer. Mit bewegten Körpern bewegt ſich natürlich auch der Schatten. Alle Körper, welche ſich alſo im Lichte befinden, können von einem und demſelben Lichte immer nur von einer Seite beleuchtet werden, die andere ruht im Schatten; dieſes findet beſonders Anwendung auf die regelmäßigen Körper und namentlich auf die Kugeln, daher iſt alſo jederzeit die eine Hälfte der Erdkugel und der übrigen Planeten erleuchtet oder hat Tag, während die andere im dunklen Schatten liegt, oder Nacht hat. Die Sonne beleuchtet wegen ihrer bedeutenderen Größe und wegen der Strahlenbrechung ſtets etwas mehr als die Hälfte ihrer Planeten.

Auf dem Schattenwurfe der Körper beruht die Einrichtung unſerer Sonnenuhren; auch gründen ſich darauf die Schattenſpiele mit Figuren; höchſt merkwürdige Schattenfiguren entſtehen, wenn man einen Papierbogen oder ein geſtärktes Tuch zuſammenknittert und ſeinen Schatten auf einer Fläche auffängt. In der Zeichnenkunſt bilden die dunkel gehaltenen Stellen den Schatten. Der Umriß eines Bildes oder einer Figur heißt der Schattenriß. Eine nach dem Schattenriſſe aus Papier geſchnitzte Figur heißt eine Silhouette oder Silvette. Der Schatten der Körper iſt uns beſonders im Sommer angenehm und wir ſuchen bei der Sonnenhitze Kühlung unter dem Schatten der Bäume.

Da die Strahlen des Lichtes ſich vom leuchtenden Gegenſtande aus nach allen Seiten verbreiten, ſo iſt nothwendig in ſeiner Nähe die Lichtſtärke am bedeutendſten, und ſie nimmt ab, je weiter ſich die Strahlen entfernen. Es ſteht für die Lichtſtärke als Geſetz feſt: die Stärke der Erleuchtung nimmt ab, ſowie die Quadrate der Entfernung zunehmen, d.h., ein und daſſelbe Licht beleuchtet einen 2, 3, 4mal weiter entfernten Gegenſtand 4, 9, 16 mal ſchwächer; dieſes Geſetz iſt ſehr leicht aus Folgendem erklärlich. Je entfernter nämlich ein Gegenſtand dem Lichte ſteht, deſto mehr Lichtſtrahlen gehen an ihm vorüber oder umgekehrt, der Körper fängt um ſo mehr Lichtſtrahlen auf, je näher er ſteht; dabei erleuchten auch ſenkrecht auffallende Strahlen ſtärker als ſchief auffallende. Will man demnach einen Gegenſtand beſſer beleuchten, ſo muß man die Zahl der Lichter vermehren, oder den Gegenſtand dem Lichte näher rücken, ſowie auch die Strahlen ſenkrecht auffallen laſſen. Aus Allem dem geht auch hervor, daß die der Sonne näher ſtehenden Planeten wie Merkur und Venus ſtärker, dagegen die entfernteren wie Jupiter, Saturn, Uranus viel ſchwächer von der Sonne beleuchtet werden müſſen als die Erde. Merkur muß wahrhaft im Sonnenlichte ſchwim-

men. In Rückſicht auf die Stärke des ausſtrömenden Lichtes zeigen die leuchtenden Körper große Verſchiedenheit. Die Sonne leuchtet am ſtärkſten unter den uns bekannten Lichtkörpern, viel ſchwächer leuchten die das Licht zurückſtrahlenden Körper, wie der Mond, die Planeten. Brennende Kerzen, Oellampen u. dgl. leuchten nur ſchwach, ſtärker leuchten manche brennende Gaſe wie Steinkohlengas, Oelgas (ſiehe oben), noch ſtärker leuchten Waſſerſtoffgas auf ungelöſchten Kalk ausſtrömend, und manche andere Brennſtoffe. Starkes Licht der Art nennt man Sideral licht d. i. Geſtirnlicht. Nach dem Eindrucke der Lichtſtärke auf unſer Auge bezeichnen wir das Leuchten der Körper verſchieden indem wir ſagen: das Licht dämmert, leuchtet, glänzt, flammt, flackert, blendet u. ſ. w. Wie auch der leuchtende Körper beſchaffen iſt, er hat ſeine beſtimmte Lichtregion oder ſeinen Lichtraum; dieſer Lichtraum iſt allemal ein Kugelraum und ſeine Grenze iſt für unſer Auge unbemerkbar, da ein allmähliger Uebergang aus dem lichten in die dunkle Umgebung ſtattfindet; doch muß da ſeine Grenze ſein, wo das Licht aufhört bemerkbar zu ſein. Ein gewöhnliches Licht in einem Zimmer hat einen weit größern Lichtraum als das Zimmer iſt; er wird nur durch die Zimmerwände begrenzt.

Was die Geſchwindigkeit des Lichtes angeht, ſo iſt ſie bei weitem größer als die anderer bewegter Körper. Für alle Entfernungen auf der Erde iſt die Geſchwindigkeit der Lichtverbreitung augenblicklich. Durch Beobachtung der Jupiterstrabanten hat man zuerſt dieſelbe berechnen können. Das Licht geht nämlich in 1 Sekunde 42,000 Meilen; deshalb braucht es, um von der Sonne bis zu uns den Weg von 20 Million Meilen zurückzulegen, gegen 8 Minuten. Die Geſchwindigkeit des ſich verbreitenden Lichtes übertrifft die des Schalles beinahe eine Million mal.

3) Von der Art, wie die Körper ſich dem beobachtenden Auge zeigen; Geſichtswinkel.

Wir ſehen die Körper lediglich dadurch, daß von einem jeden Punkte derſelben Lichtſtrahlen in unſer Auge gehen. Der Winkel a b c, (**Fig. 59.**) welchen Lichtſtrahlen von entgegengeſetzten Punkten eines Körpers oder Körpertheiles in unſerem Auge bilden, heißt der Geſichts- oder Sehwinkel. Dieſer Winkel muß nothwendig um ſo kleiner werden, je weiter ein Gegenſtand von unſerem Auge entfernt iſt. Aus dieſem Grunde iſt unſer Auge in Bezug auf die Wahrnehmung der Körper ein unſicherer Beſtimmer. Die Entſcheidung unſeres Auges iſt beſonders unſicher in Bezug auf Ort, Entfernung, Geſtalt, Größe und Bewegung der Körper. Man muß daher ſtets

den ſcheinbaren Ort von dem wahren, die ſcheinbare Größe von der wahren u. ſ. w. unterſcheiden.

Den Ort und die Entfernung betreffend, ſo erſcheinen uns manche Körper am fernen Horizonte oder unmittelbar an einer Berg- oder Häuſerwand, während ſie doch noch weit davor liegen, und ebenſo ſcheinen Gegenſtände von unſerem Auge gleichweit entfernt, obwohl ſie ſehr verſchiedene Entfernung haben. Dieß iſt ganz beſonders bei den Himmelskörpern der Fall; ſie ſcheinen am Himmelsgewölbe in gleicher Entfernung von uns neben einander zu ſtehen und doch iſt allein die Sonne an 400 mal weiter von uns entfernt, als der Mond. Die Geſtalt der Körper läßt ſich um ſo unſicherer beurtheilen, je entfernter die Gegenſtände ſind; ein eckiger Thurm erſcheint uns rund, eine Kugel oder ein anderer gerundeter Körper erſcheint uns ſcheibenartig, auch Berge ſcheinen in der Ferne ſehr gleichförmig, je näher wir kommen, deſto mehr erkennen wir ihre Unebenheiten. Wie ſehr wir über die Bewegung oft irren, davon wurde ſchon früher geſprochen, wo wir erwähnten, daß die Bäume am Ufer eines Fluſſes, auf dem wir fahren, vorbeizueilen ſcheinen, daß ebenſo die Sonne um die Erde zu gehen ſcheint. Ganz in der Weiſe kommt es uns vor, als ſtünden alle Himmelskörper am Himmel feſt, während ſie doch in Bewegung ſind. Eine merkwürdige Täuſchung über die Richtung der Bewegung entſteht, wenn wir einen runden Stab mit ſpiralförmigen Linien bemalen und den Stab drehen; die Linien ſcheinen dann auf- oder abwärts zu laufen.

Am wichtigſten ſind die Erſcheinungen in Bezug auf die Größe der Körper. Es wird nämlich mit zunehmender Entfernung der Gegenſtände, ihr Sehwinkel für unſer Auge kleiner. Eine Folge der Verkleinerung des Sehwinkels iſt zuerſt die Erſcheinung, daß mehrere hintereinander ſtehende gleich große Gegenſtände (**Fig. 60.**) mit zunehmender Entfernung immer kleiner und niedriger werden; auch die Abſtände unter einander werden kleiner. Die Baumreihen einer Allee, die Häuſerreihen der Straßen, werden immer niedriger und gehen enger zuſammen, je weiter ſie von unſerem Auge entfernt ſind, bis ſie völlig wie auf einer Keilſpitze auslaufen. Aber auch an einzelnen Gegenſtänden merken wir oft aus demſelben Grunde, nämlich wegen der mit der Entfernung zunehmenden Verkleinerung des Sehwinkels, ihre eigentliche Größe nicht. Geringe Entfernungen bringen ſchon einen bedeutenden Unterſchied hervor; ſo erſcheinen uns Knöpfe und Spitzen an Thürmen klein und doch ſind ſie meiſt von erheblicher Größe. Das Kreuz auf der Kuppel der Peterskirche in Rom iſt 70 Fuß hoch und erſcheint von unten geſehen kaum einige Fuß hoch zu ſein. Zwei nicht gleich weit entfernte Gegenſtände können gleich groß erſcheinen, wie etwa Sonne und Mond, aber ihre wahre Größe iſt

unendlich verſchieden. Die mancherlei Irrungen unſeres Auges in Bezug auf alle ſolche Erſcheinungen nennt man optiſche Täuſchungen. Die Stärke der Beleuchtung, unſere gewohnten Vorſtellungen über die Dinge, oder unſere richtigere Kenntniß beſeitiget oder berichtiget oft unſere Täuſchungen. Auch laſſen ſich mechaniſche Mittel anwenden, um die Gegenſtände für die Beobachtung beſſer darzuſtellen, ein ſolches Mittel iſt es, wenn man ſchwarze Gegenſtände auf weißen Hinterwänden oder umgekehrt darſtellt.

Die Zeichnenkunſt ahmt die optiſchen Täuſchungen nach. Die Anſichten von Gegenſtänden, welche wir in verſchiedener Entfernung vor uns haben, nennt man perſpektiviſche Anſichten und ſie auf einer Leinwand- oder Papierfläche in derſelben Ebene ſo aufzutragen, daß ſie mit der Wirklichkeit übereinſtimmen, iſt Sache des perſpektiviſchen Zeichners. Davon macht die Malerei beſonders in den Theater-Dekorationen Gebrauch, wo wir auf einer Hinterwand ganze Häuſerreihen, Alleen u. dgl. ſehen können. Jede Landſchaftszeichnung muß perſpektiviſch richtig ausgeführt ſein.—

4) Zurückwerfung des Lichtes; Spiegelung.

Alle Körper werfen bald mehr bald weniger das auf ſie fallende Licht zurück und werden dadurch theils ſichtbar, theils erleuchten ſie ſelbſt wieder andere Körper. Die Zurückwerfung des Lichtes kann man ſich leicht veranſchaulichen, wenn man ein Blatt Papier oder eine hellfarbige Fläche dem durch die Fenſter oder durch eine andere Oeffnung einfallenden Lichte entgegenhält und die Strahlen an die Wand unter dem Fenſter leitet; der vorher ſchattige Raum wird licht. So kann man einen dunkeln Winkel in der Nähe des Fenſters ſchön beleuchten. Auf dieſelbe Weiſe wirft der Schirm einer Lampe die Strahlen zurück auf den Gegenſtand, an dem wir arbeiten. Ganz ebenſo wirft der Mond ſein Licht der Erde, dieſe das ihrige jenem zu; ebenſo iſt es auch mit den Planeten.

Auf die Zurückwerfung des Lichtes hat die Beſchaffenheit der Oberfläche der Körper großen Einfluß. Die Erfahrung lehrt, daß weiße oder lichte Flächen der Körper mehr Licht zurückwerfen, dunkele weniger, ſchwarze werfen faſt gar kein Licht zurück und ſind daher ſtets wenig erleuchtet. Eine noch ſo helleuchtende Lampe auf einem dunklen Tiſche aufgeſtellt, hat ſtets ein düſteres, dagegen auf einem weißangeſtrichenen Tiſche aufgeſtellt, ein ſchönes helles Licht. Rauhe Oberflächen werfen das Licht weniger zurück, glatte dagegen vielmehr. Je glätter eine Fläche iſt, deſto regelmäßiger und deſto zahlreicher werden die Lichtſtrahlen zurückgeworfen. Endlich die Art der Zurückwerfung hängt davon ab, ob die Fläche eben oder gekrümmt iſt. Als allgemeines Geſetz gilt auch bei der Zurückwerfung des

Lichtes: die Lichtſtrahlen werden unter demſelben Winkel zurückgeworfen, unter welchem ſie einfallen. —

Die Haupt-Erſcheinung bei der Zurückwerfung des Lichts iſt die Spigelung, die entſteht, wenn das Licht, von völlig geglätteten Flächen zurückgeworfen wird. Eine jede geglättete Fläche, welche ſo viele Lichtſtrahlen und zugleich in ſo regelmäßiger Ordnung zurückwirft, daß in ihr ein Bild der vor ihr befindlichen Gegenſtände entſteht, heißt ein Spiegel und jenes Bild ein Spiegelbild. Ein mit beliebiger dunkler Fläche (dunkles Tuch, Papier) belegtes Glas, geglättetes Holz, Porzellan, Queckſilber, polirte Metallflächen, die Oberfläche des ruhenden Waſſers ſind ſolche Spiegelflächen.

Die Spiegel ſind nun ihrer Geſtalt nach ſehr verſchieden; ſie ſind nämlich Spiegel mit ebener oder Spiegel mit gekrümmter Oberfläche. Ebene Spiegel oder Planſpiegel ſind alle Spiegel in unſern Zimmern, der Waſſerſpiegel u. a. Die gekrümmten Spiegel ſind wieder Cylinder-, Kegel- und Kugel-Spiegel, von denen die letzteren wieder Hohlſpiegel oder erhabene Spiegel ſein können. In Rückſicht auf die Maſſe iſt nur zu bemerken, daß die Metallſpiegel bei weitem beſſer ſind, als die Glasſpiegel und daß beſonders Spiegel mit grünlichem Glaſe wenig brauchbar ſind. Die Glasſpiegel prüft man durch ein vorgehaltenes weißes Papier; in einem Spiegel von grünem Glaſe iſt es grünlich, in einem von weißem Glaſe, weiß; die Spiegel der letztern Art ſind natürlich ſehr theuer. Von Metallſpiegeln ſind die weiß metallenen ſo wie die Stahlſpiegel am beſten, die letzteren ſind aber dem Roſte ausgeſetzt. Der Metallſpiegel bedient man ſich in Spiegel-Inſtrumenten und zu katoptriſchen Verſuchen. In Zimmern hat man Glasſpiegel, die theils gegoſſen, theils geſchliffen ſind. Alle Erſcheinungen bei den Spiegeln zeigen ſich an Spiegelbildern. Ein Spiegelbild kann nur entſtehen, wenn Lichtſtrahlen von allen Punkten eines Körpers auf den Spiegel und von dieſem in derſelben Weiſe zurückgeworfen werden. Ueber die Spiegelgattungen und die daran ſtattfindenden Erſcheinungen mag hier noch im Einzelnen das Wichtigſte hervorgehoben werden.

In einem ebenen oder Planſpiegel iſt das Bild ſtets ſo weit hinter der Spiegel-Oberfläche, als der Gegenſtand vor derſelben. Deshalb ſtehen z. B. Bäume, Häuſer, Thürme, an einem Flußufer im Spiegel des Waſſers umgekehrt, weil ihre oberſten Theile weiter vom Waſſer entfernt ſind, als die unterſten. Wie alſo die Stellung eines Gegenſtandes ſein mag, das Bild hat dieſelbe Stellung. Stellt man ſich an einem Spiegel auf die Seite, ſo kann man ſein eigenes Bild nicht ſehen, ſondern diejenigen ſehen es nur, welche auf der entgegengeſetzten Seite ſtehen; dieß geſchieht nach dem allgemeinen

Geſetz des Zurückwurfes. Bilden Gegenſtände, beſonders Flächen, einen ſchiefen Winkel mit dem Spiegel, ſo erſcheint die Fläche in anderer Lage, als ſie wirklich iſt. Macht nämlich eine horizontale Ebene mit der Spiegelfläche einen ſpitzen Winkel, ſo erſcheint ſie nicht mehr horizontal, ſondern aufwärts gehoben; bildet umgekehrt der Spiegel mit der Horizontalfläche einen ſtumpfen Winkel, ſo ſcheint dieſelbe abwärts geſenkt; eine auf ſolchen Flächen hin und her bewegte Kugel ſcheint bald aufwärts zu ſteigen, bald langſam abwärts zu rollen. — Wenn man zwei Spiegel gegenüber parallel aufſtellt, und einen Gegenſtand etwa ein Licht zwiſchen dieſelben ſetzt, ſo wird in jedem Spiegel eine unendliche Reihe von Spiegelbildern ſichtbar, die nach dem perſpectiviſchen Verhältniß und nach dem Geſetz der Lichtabnahme nach hinten zu kleiner und matter werden. Stellt man dagegen die Spiegel unter einem Winkel zuſammen, ſo daß ein Winkelſpiegel entſteht und bringt man ein Licht zwiſchen die Spiegelflächen, ſo entſteht ein Kreis von Spiegelbildern. In beiden genannten Fällen werden nämlich, wie ſich leicht verſteht, die Bilder ſelbſt wieder abgeſpiegelt, deswegen ſind die letzten auch ſehr matt. Solche Erſcheinungen wirken in Spiegelzimmern leicht verwirrend auf diejenigen, welche das erſtemal in ein ſolches treten.

Auf der Verbindung zweier oder mehrerer ebenen Spiegel beruhen mehrere optiſche Inſtrumente. Dahin gehört zuerſt das bekannte Kalleideſcop oder der Schöngucker. In einem Pappdeckelrohre ſind zwei Spiegelſtreifen unter einem Winkel von 45° verbunden; an dem einen Ende ſind in einer Kapſel verſchiedene bunte Perlen, Glasſtückchen und andere bunte Körper; ſieht man hinein, ſo entſtehen beim Umwenden verſchiedene bunte Sterne, Roſetten, Arabesken, Kränze u. dgl. — Auf der Anwendung von ebenen Spiegeln beruht ferner das Winkel- und das Zauber-Perſpectiv. Jenes (**Fig. 61**) beſteht aus zwei im rechten Winkel verbundenen Röhren mit einem im Knie über Ecke ſtehenden Spiegel. Man kann damit über Mauern oder um Häuſer-Ecken ſehen. Das Zauberperſpectiv (**Fig. 62**) beſteht aus einem an beiden Enden gebogenen Rohre, in welchem 4 parallele Spiegel (s) ſtehen; legt man auch ein Brett zwiſchen die beiden Arme des Rohres, ſo kann man doch ein dahinter ſtehendes Licht ſehen. — Wird das Sonnenbild auf einem Spiegel aufgefangen, ſo wird es in ſeinem ganzen Glanze reflectirt. Dieſen Strahlen-Reflex kann man beliebig an verſchiedene Stellen richten. Oft geht ein ſolcher blendender Strahlen-Reflex von Fenſtern der Häuſer, vom Waſſerſpiegel in unſere Augen. Darauf beruht es, daß man allenfalls dunkle Treppenräume erleuchten kann, wenn man von oben das einfallende Licht auf einem Spiegel auffangen und mehreren andern zuwerfen läßt, wodurch das Licht

bis in die unterſten Räume fortgeleitet werden kann; freilich iſt es immer nur ein ſchwacher Nothbehelf.

Unter den Spiegeln mit gekrümmter Oberfläche geben die Cylinderſpiegel ein linienartiges, die Kegelſpiegel ein kegelartiges Bild. Um ein richtiges Bild zu erhalten, muß man die ſogenannten katoptriſchen Anamorphoſen oder Zerrbilder anwenden; dieſe ſind für die Kegelſpiegel kreisrunde Bilder, auf deren mitlerem Raume der Spiegel aufgeſtellt ein richtiges Bild zeigt, wenn man von oben auf die Spitze des Spiegels ſieht. Den Cylinderſpiegel ſtellt man vor das ſehr in die Breite gezerrte Bild und ſieht es in jenem richtig.

Die Kugelſpiegel oder ſphäriſchen Spiegel ſind entweder völlige Glas- oder Metallkugeln oder es ſind meiſt Kugel-Abſchnitte; iſt die innere Höhlung eines Kugel-Abſchnittes ein Spiegel, ſo iſt es ein Hohl- oder Concav-Spiegel; iſt die äußere Fläche ein Spiegel, ſo iſt es ein erhabener oder convexer Spiegel. Diejenige gedachte Linie, welche durch den Mittelpunkt des Spiegels ſenkrecht geht, heißt die Axe des Kugel-, d. h. des Concav- oder Convex-Spiegels. Dieſe beiden Spiegelgattungen bieten entgegengeſetzte Erſcheinungen dar.

Bei den Hohlſpiegeln (**Fig. 63**) gehen die auffallenden Strahlen nach der Zurückwerfung der Axe zu, bei den erhabenen Spiegeln (**Fig. 64**) gehen ſie von der Axe abwärts, jene heißen daher auch Sammelſpiegel oder Brennſpiegel und zeigen das Bild eines Gegenſtandes vergrößert, dieſe heißen Zerſtreuungsſpiegel und zeigen das Bild eines Objectes verkleinert. Bei den Hohlſpiegeln iſt in der Axe ein Vereinigungspunkt, welchen man den Brennpunkt oder Fokus nennt, und da die Strahlen durch denſelben hindurch gehen und die Axe ſchneiden, ſo erſcheint ein Gegenſtand in dieſen Spiegeln im Brennpunkte und zwar in umgekehrter Stellung. Bei dem erhabenen Spiegel iſt es, als kämen die Strahlen aus dem Mittelpunkte und man denkt ſich deswegen denſelben als den uneigentlichen (negativen) Brennpunkt. Die Entfernung des Brennpunktes vom Spiegel nennt man die Brennweite oder den Brennraum. Fängt man die Sonnenſtrahlen in einem Hohlſpiegel, ſo kann, da ſie ſich im Brennpunkte vereinigen, ein brennbarer Gegenſtand durch die concentrirten Sonnenſtrahlen faſt augenblicklich entzündet werden. Die jetzt von Phyſikern künſtlich zuſammengeſetzten Hohlſpiegel hat man höchſtens auf eine Brennweite von 12—14' zu Stande gebracht; dagegen hatte im Alterthume — der uns ſchon bekannte Mathematiker und Phyſiker Archimedes — Hohlſpiegel, mit welchen er im Jahre 212 v. Chr. auf einige 100 Fuß die ſeine Vaterſtadt Syrakus umlagernden römiſchen Schiffe in Brand ſteckte und zwar mit ſolcher Schnelligkeit, daß die römiſchen

Soldaten es zu hindern nicht im Stande waren. Dieſe Erfindung iſt mit der Erſtürmung von Syrakus 212 v. Chr., wo Archimedes umkam, untergegangen. Von den Kugelſpiegeln wird im ganzen wenig Gebrauch gemacht. Gläſerne Kugeln im Innern mit Kienruß angeſtrichen ſtellt man zuweilen in Parks an einzelnen Punkten auf, worin ſich dann die Landſchaft abſpiegelt.

Noch bemerken wir: Von der Zurückwerfung des Lichtes iſt die Beugung oder Inflection deſſelben verſchieden. Dieſe findet ſtatt, wenn das Licht durch Ritze und ſchmale Oeffnung geht, wo es ſich gewöhnlich ſtößt und von ſeiner Richtung abgelenkt wird. Wir ſehen dabei verſchiedene Lichtſtreifen und zwiſchen ihnen Schattenſtreifen.

5) Von der Brechung des Lichtes.

Wenn Lichtſtrahlen aus einem Mittel in ein anderes unter einem ſchiefen Winkel übergehen, ſo werden ſie beim Wechſel des Mittels von ihrer urſprünglichen Richtung abgelenkt, d. h. gebrochen; ungebrochen gehen ſie aber durch alle Mittel, ſobald ſie rechtwinklicht auf dieſelben treffen. Das wichtigſte Hauptgeſetz bei der Brechung lautet: Geht das Licht aus einem dünnern Mittel in ein dichteres (alſo etwa aus Luft in Waſſer, in Glas) über, ſo wird es dem Einfallslothe zugelenkt und umgekehrt wird es von ihm abwärts gebrochen, wenn es aus einem dichten Mittel in ein dünneres übergeht. Auf der Lichtſtrahlenbrechung beruhen viele Erſcheinungen. Wir betrachten a) die Brechung in der Luft und im Waſſer, b) die Brechung in Gläſern und Kryſtallen.

a) Brechung der Lichtſtrahlen in der Luft und im Waſſer. Bei Verbreitung des Lichtes durch die Luft kann ein Lichtſtrahl nur dann in gerader Linie fortgehen, wenn die Luft überall gleich dicht iſt. Da nun aber, wie oben bei der Luft angegeben wurde, dieſe von oben nach unten gleichförmig an Dichtigkeit zunimmt, ſo kann das Licht von den Himmelskörpern nicht in gerader, ſondern in einer mäßigen Bogenlinie durch die Luft in unſere Augen fallen, doch muß der Lichtſtrahl um ſo gerader ſein, je höher am Himmel die Sonne oder ein anderer leuchtender Himmelskörper ſteht. Aber auch die Lichtſtrahlen von Gegenſtänden auf der Erdoberfläche kommen oft nur gebrochen in unſer Auge, daher ſcheint uns bei Regenwetter, ein Thurm, in einiger Entfernung größer und höher, als wir ihn bei heiterem Wetter zu ſehen gewohnt ſind, weil im erſtern Falle die Luftſchichten zwiſchen uns und den ferneren Gegenſtänden nicht gleich dicht ſind.

Eine merkwürdige auf denſelben, theils durch Erwärmung oder Abkühlung entſtandenen, ungleichen Dichtigkeits-Verhältniſſen der Luftſchichten beruhende Erſcheinung iſt die Luftſpiegelung. Sie kommt in Wüſten und großen Ebenen und auf dem Meere aber auch auf Bergen vor; eine ſolche zeigt ſich bisweilen auf dem Brocken, die man das Brockengeſpenſt nennt. Eine bekannte Luftſpiegelung iſt häufig an der Stadt Meſſina in Sicilien, wo man die Stadt von der Südſpitze Italiens aus oft doppelt in zwei über einander liegenden Luftſchichten ſieht; wer auf den Ebenen Nieder-Ungarns reiſet, den umgaukeln fortwährend beſonders bei veränderlichem Wetter Luftſpiegelungen. Bald ſehen wir uns auf einmal von blauen Gewäſſern umgeben, aus ihnen ragen jedoch Dörfer, Städte, Schlöſſer, Wälder, Alleen hervor; auf einmal ſehen wir uns gar von gehörnten Ungeheuern umgeben, welche ihre Hörner in die Wolken erheben, abentheuerliche Schafe, größer wie Pferde, ſehen wir in der Ferne und rieſenartige Menſchengeſtalten; wir kommen näher und ſehen nur einige Teiche oder einen Fluß, einen See, ſtatt der Dörfer und Städte einige Hütten, Puſten und Meierhöfe, ſtatt der Wälder und Alleen oft nur wenige Bäume oder Sträucher, ſtatt der ſchrecklichen Thier-Ungeheuer, einige Kühe, Schafe, Schweine und bei ihnen Feldarbeiter oder Hirten.

Die Erſcheinungen der Lichtſtrahlenbrechung beim Uebergange aus dem Waſſer ſind ziemlich bekannt. In ſtillſtehenden Gewäſſern erſcheint der Boden näher an der Oberfläche als er wirklich iſt; ebenſo erſcheint ein Fiſch näher an der Oberfläche, wenn er auch ziemlich tief ſteht; auch ſteht der Fiſch nicht ganz da, wo wir ihn ſehen. Legt man (**Fig. 65**) ein Stück Geld in eine Schüſſel und tritt ſo weit zurück, daß der Rand es verdeckt, ſo kommt es zum Vorſchein, wenn Waſſer in die Schüſſel gegoſſen wird; es ſcheint, als wenn das Geldſtück mit dem Boden der Schüſſel gehoben wäre. Eine der bekannteſten hierher gehörigen Erſcheinung iſt die, daß ein gerader Stab in geneigter Richtung ins Waſſer gehalten, gebrochen erſcheint. Solche und ähnliche Erſcheinungen können wir täglich an durchſichtigen Flüſſigkeiten beſonders am Waſſer beobachten. —

b) **Brechung der Lichtſtrahlen in Gläſern und Kryſtallen.** Gläſer und ähnliche Maſſen beſonders Kryſtalle ſind noch dichter als Waſſer. Die Gläſer ſind nun aber ſehr verſchieden. Es ſind nämlich alle Gläſer entweder mit parallelen Flächen wie Fenſter- und Spiegelglas (ohne Beleg), oder Gläſer mit ebenen unter einem Winkel zuſammengeſtellten Seiten-Flächen d. h. **Prismen** oder **Polyeder** und endlich Gläſer mit gekrümmten Flächen, oder **Glaslinſen**. Die letzteren ſind am wichtigſten; ſie ſind auch gewiſſermaßen wieder Kugelabſchnitte und heißen auch **ſphäriſche**

Gläſer. Es giebt nämlich (Fig. 66) 6 verſchiedene Arten von geſchliffenen Linſen oder ſphäriſchen Gläſern und zwar 3 Arten mit erhabenen Flächen: doppelt-erhaben (biconvex), eben-erhaben (plan-convex), vertieft-erhaben (concav-convex), und 3 Arten mit vertieften Flächen, doppelt-vertieft (biconcav), eben-vertieft (plan-concav), erhaben-vertieft (convex-concav); die erſten 3 Arten d. h. die Convexlinſen ſind in der Mitte dick und an den Rändern ſcharf; die 3 letzteren Arten d. h. die Concav- oder Hohllinſen ſind in der Mitte dünn, an den Rändern dick. Statt der wirklichen Convexlinſen hat man oft kleine mit Waſſer gefüllte Glaskugeln.

Bei völlig ebenen Gläſern (Fig. 67) mit parallelen Seitenflächen, alſo beim gewöhnlichen Fenſterglaſe und andern ähnlichen Glasſcheiben auf Bildern, Glasſchränken geht der Lichtſtrahl nach dem Austritt aus dem Glaſe zwar etwas gebrochen aber in derſelben Richtung fort, in welcher er einfiel; man kann ſich dieß anſchaulich machen, wenn man eine Glasſcheibe auf eine mit Dinte gezogene Linie legt, dieſe erſcheint am Rande der Scheibe wie aus ihrer Richtung gerückt. Durch ſolche Gläſer ſehen wir daher die Gegenſtände ſo ziemlich, wenn auch nicht genau auf ihrer Stelle, was beim Sehen übrigens keinen Unterſchied macht. — Anders verhalten ſich die Erſcheinungen, wenn man Gegenſtände durch ein Polyeder oder durch Glasrauten betrachtet. Die Gegenſtände erſcheinen ſo viel mal, als der Glaskörper Flächen hat. Dieſe Gläſer können auf der einen Seite eben ſein oder ſie können ringsum Routenflächen haben, die Erſcheinungen ändern ſich wenig.

Viel wichtiger ſind unter den Gläſern durch ihre Erſcheinungen die Glas-Prismen und die Glaslinſen. Bei den Linſen oder ſphäriſchen Gläſern finden ziemlich ähnliche Erſcheinungen in der Lichtbrechung wie bei den ſphäriſchen Spiegeln in der Zurückwerfung ſtatt. Auch bei den Gläſern unterſcheidet man den Mittelpunkt, die Axe, den Brennpunkt und achtet darauf, ob die Strahlen parallel mit der Axe auffallen, ſo wie welches Verhalten ſie nach dem Austritte aus dem Glaſe beobachten. So ſteht denn feſt: Alle erhabenen Linſen (Fig. 68), welche die Lichtſtrahlen von einem Gegenſtande auffangen, leiten dieſelben hinter dem Glaſe in die Axe, wo ſie im Brennpunkte vereinigt werden. Daher erſcheint umgekehrt ein Gegenſtand, der im Brennpunkte und auf der entgegengeſetzten Seite vom Auge geſehen wird, vergrößert; im Fokus können aber auch die Sonnenſtrahlen vereiniget werden und einen Gegenſtand anzünden; deswegen heißen dieſe Gläſer auch noch Vergrößerungsgläſer oder Lupen oder auch Brenngläſer. Entfernte Gegenſtände ſcheinen durch ſie geſehen näher zu ſein. — Die Hohllinſen (Fig. 69) nehmen die parallel mit der Axe auffallenden Strahlen von einem Ge-

genſtande auf und zerſtreuen ſie auf ihrer Hinterfläche und heißen deshalb Zerſtreuungsgläſer. Durch dieſe Gläſer ſieht man die Gegenſtände unter einem größern Geſichtswinkel und die entfernteren erſcheinen zwar kleiner aber deutlicher. Die Linſen finden ihre Haupt-Anwendung bei den optiſchen Inſtrumenten, wovon unten.

Wir wenden uns jetzt zu den prismatiſchen Gläſern d. i. zu denjenigen, welche nicht parallele Seitenflächen haben. Dies ſind die dreiſeitigen Prismen (Fig. 70). Hält man ein Glas- oder Kryſtall-Prisma vor die Augen, ſo hat man eine dreifache Erſcheinung, 1) die Gegenſtände ſind aus ihrer Lage gerückt und ſcheinen höher oder tiefer zu liegen; 2) alle Ränder und Kanten der Gegenſtände erſcheinen farbig im Regenbogenlichte; 3) horizontale Linien und Kanten der Dinge erſcheinen nicht gerade, ſondern bogenförmig. Ueber dieſe Erſcheinungen ſtellte zuerſt einer der berühmteſten engliſchen Naturforſcher Newton die mannigfachſten Verſuche an und aus dem Hauptverſuche, wo er (Fig. 71) das Licht durch eine Oeffnung in ein dunkles Zimmer ließ, es auf dem Prismen auffing und auf eine Wand leitete, welche dann im Regenbogenlichte erſchien, kam er zuerſt auf die durch Prismen bewirkte Zerſtreuung des Lichtes. Es erwies ſich bald, daß das weiße Licht kein einfaches ſei, ſondern daß jeder weiße Lichtſtrahl aus 7 verſchiedenen gefärbten Lichtſtrahlen beſtehe, und da man bei obigem Verſuche durch eine dem Regenbogenlichte entgegengehaltene Sammellinſe wieder das weiße Licht erhielt, ſo zeigte ſich, daß das farbige Licht nicht weiter zerſtreubar, alſo einfach ſei, daß jedoch, indem die Strahlen neben einander fallen, die Brechbarkeit des farbigen Lichtes verſchieden ſein müſſe.

Hiermit war eine ſehr wichtige Aufklärung über die Beſchaffenheit des Lichtes und zugleich über alle Farbenbeleuchtung gegeben. Die Farben des zerſtreuten Lichtes ſind überall dieſelben und präſentiren ſich hauptſächlich am Regenbogen; deshalb heißt das zerſtreute Licht das Regenbogenlicht. Die Farben aber liegen am Regenbogen ſtets in folgender Ordnung von oben ab neben einander: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Sie gehen immer durch gegenſeitige Miſchung in einander über und je zwei zunächſt liegende gemiſcht, geben die zwiſchen ihnen befindliche; roth, gelb, blau ſind als ungemiſchte Grundfarben anzuſehen, aus ihnen beſtehen die übrigen.

Mittelſt der Entdeckung der Farbenzerſtreuung war man im Stande, die ganze uns bezaubernde Farbenpracht in der Natur zu erklären. Der Regenbogen enthält das zerſtreute d. h. farbige Licht der Sonne, die Tageshelle aber iſt das unzerſtreute weiße Licht, Morgen- und Abenroth zeigt die Feuerpracht des rothen und gelben Lichtes, die Pflanzenwelt zeigt vorherrſchend das grüne Licht und die

bunte Abwechſelung von den Grundfarben, ſo wie die durch tauſendfache Miſchung entſtandenen Farbentöne zeigen ſich am Blüthenreiche und an der Färbung unzähliger bunt gezeichneter Minerale oder lebender Weſen. Die Färbeſtoffe ſelbſt ſind ſehr zahlreich, die aus dem Mineral-, Pflanzen-, Thier-Reiche entnommen werden, die daher auch mineraliſche, pflanzliche, thieriſche Farben heißen.

Alle bleibenden Farben erklärte Newton nach ſeinen vielfachen Verſuchen in folgender Weiſe: Alle bleibenden Farben ſind in ſofern da, als die Körper, an denen ſie haften, vom Schöpfer die Fähigkeit erhalten haben, entweder das weiße Licht d. h. alle Lichtſtrahlen zurück zu werfen, in welchem Falle ſie weiß erſcheinen oder ſie ſind gelb, grün, blau, roth u. ſ. w. je nachdem ſie eben nur die gelben, grünen, blauen, rothen Farbenſtrahlen zurückwerfen, die übrigen aber verſchlucken; ſchwarz iſt ein Körper, der gar keine oder nur wenige Lichtſtrahlen zurückwirft; die übrigen Farbentöne entſtehen durch die größere oder geringere Fähigkeit der Körper, die verſchiedenartigen Strahlen zugleich zurück zu werfen. — Dieſe unendliche Farbenmiſchung ahmt die Kunſt der Malerei nach und durch Verbindung der verſchiedenen Farben entſtehen die mannigfachen bald hellen, lichten, bald dunkeln Farbentöne eines Gemäldes. Manche Körper wie die Metalle haben einen farbigen Glanz, und auch ſolche metalliniſch glänzende Farben wendet die Malerei an. Die Farbenmaſſen ſind übrigens in Rückſicht auf das mit ihnen verbundene Mittel Oel- und Firnißfarben, Leimfarben, Waſſerfarben, trockene oder Paſtellfarben; zu den letzteren kann auch der Bleiſtift und die Kreide gerechnet werden. Die Waſſer- und Milchfarben erſcheinen im flüſſigen Zuſtande dunkler, als getrocknet; dagegen werden lichte Farben dunkler, wenn ſie mit Leim-, Gummi-, Lack-Anſtrich überzogen werden. Die Pflanzenfarben, gewöhnlich auch Saftfarben genannt, ſind bei weitem feiner als die mineraliſchen und animaliſchen Farben. Das ſtarke weiße Licht macht die Farben matt und blaß und man ſagt, die Sonne oder die Luft zieht die Farben aus. —

Noch einmal kehren wir zu den Prismen und Linſen zurück. Um bei ihrer Anwendung die Farbenbildung, die dem deutlichen Sehen hinderlich iſt, zu vermindern oder zu beſeitigen, ſetzten Dollon und Frauenhofer das ſogenannte Kronglas und das Flintglas zuſammen, welche das Licht gleich ſtark brechen, aber verſchieden ſtark zerſtreuen und man nennt Linſen und Prismen von ſolchem Glaſe chromatiſche oder farbloſe Gläſer. Solche Gläſer (**Fig. 72.**) beſtehen jedesmal aus zwei Convex-Linſen aus Kronglas mit einer Concav-Linſe aus Flintglas zwiſchen ihnen; ein achromatiſches Prisma aber beſteht aus einem Kronglas-Prisma und einem Flintglas-Prisma

welche ſo aneinander befeſtigt werden, daß die brechenden Winkel an entgegengeſetzten Seiten liegen.

Was noch außer den genannten Erſcheinungen mit den Gläſern zuſammenhängt, iſt die doppelte Strahlenbrechung und die Polariſation des Lichtes. Die doppelte Strahlenbrechung findet bei vielen durchſichtigen Kryſtallen ſtatt, beſonders beim isländiſchen Spath, der daher auch Doppelſpath heißt, beim Schwerſpath, Topas u. a. Dieſe Kryſtalle zertheilen einen jeden einfallenden Lichtſtrahl in zwei Strahlen, von denen der eine nach gewöhnlichen, der andere aber nach ungewöhnlichen Geſetzen gebrochen wird, die aber beide ins Auge gehen und einen Gegenſtand doppelt ſehen laſſen. Eine andere Eigenthümlichkeit iſt die Polariſation des Lichtes. Sie beſteht in der abwechſelnd zunehmenden und abnehmenden Stärke des von einem Spiegel auf einen andern geworfenen und von dieſem reflectirten Lichtes. Seine Erſcheinungen, zu deren Hervorrufung ein beſonderer Polariſations-Apparat gehört, ſind dann um ſo intereſſanter, wenn durchſichtige Kryſtalle in Anwendung gebracht werden, wo ſich dann die koſtbarſten und lebſthafteſten Farben und zwar in großer Abwechſelung dem Auge vorführen laſſen. Vielleicht eine ähnliche Erſcheinung iſt die, welche ſich auf mit Bimſtein und andern Maſſen geſchliffenen runden Metallplatten beſonders auf Meſſingplatten zeigt; die ganze runde Fläche erſcheint in 4 Ausſchnitten dunkler und heller. Daſſelbe ſiehſt du auf dem glatt gebürſteten Boden eines Männerhutes. Wenig anders iſt die Erſcheinung, die ſich an unſerem glatt gekämmten Kopfhaar zeigt. Um den Wirbel bemerkt man in gewiſſer Entfernung ſtets einen ganz lichten oft länglich runden Reif, während das übrige Haar dunkel beleuchtet iſt; auf dunklem Haar zeigt es ſich am beſten und ſieht wie ein Lichtſchein aus. Manche Körper werfen auch ein vielfaches Licht zurück, wie die Halsfedern der Tauben, Pfauen, Enten, Faſane, ſowie manche Seidenzeuge (Wandeltaffet). Man nennt dies das Schillern des Lichtes. Bei manchen Zeugen beſonders bei dunklen Tuchen ſieht man die Farbe nur, wenn man das Tuch mit dem Auge gleich hoch hält; während es direkt angeſehen ſchwarz erſcheint, iſt es gegen das Licht geſehen, blau, braun, grün u. dgl. Man nennt dieſe eigentliche Färbung die Blume des Tuches. —

6) Das Geſichts-Organ des Menſchen.

Dieſes koſtbare Sinneswerkzeug, wodurch wir die Pracht der göttlichen Schöpfung, wie die kunſtvollen Werke von Menſchenhänden und unſere Angehörigen anſchauen, das Auge, das ſelbſt wieder der Spiegel der Seele iſt, aus dem uns Milde entgegen lächelt, aber deſſen zermalmender Blick auch Schrecken verbreitet, dem auch die

Freuden= wie die Jammerthränen entquillen, hat vom weiſen Schö=pfer eine kunſtvolle Einrichtung erhalten (Fig. 73.) Es hat ſeine Stelle am vordern Kopfe. Die knöchernen Wandungen der runden Augenhöhle gewähren dem Auge den nothwendigen Schutz. Der Hauptkörper iſt der Augapfel, der von einer weichen und ſchwammigen Maſſe umgeben in der Augenhöhle ruht und durch bandförmige Muskeln bewegbar iſt. Ueber dem Auge ſind äußerlich die Augenbraune, die dem Schweiße eine Ableitung bieten; die Augenlieder decken den äußern Augapfel mit Schnelligkeit und die daran befindlichen Augenwimpern halten den Staub ab. Der Augapfel ſelbſt beſteht aus zwei ungleichen Theilen, nämlich aus der kleinern Vorderkammer und der größeren innern Kammer, welche durch die hornartige Kryſtallinſe geſchieden werden. Den ganzen Augapfel umſchließt die durchſichtige Hornhaut, darunter liegt die weiße Adernhaut, der runde braune oder blaue oder graue Stern iſt die Regenbogenhaut (Iris), die nach innen hinein eine Oeffnung d. i. den ſcheinbar dunklen Punkt in der Mitte umſpannt, welche die Lichtöffnung oder Pupille heißt und ſich im Dunkeln erweitert, bei zu großer Helligkeit zuſammenzieht. Am hintern Ende der Pupille ſteht die Kryſtallinſe, hinter dieſer iſt die Netzhaut, als eine Ausbreitung des aus dem Gehirn kommenden Sehnervs; die Räume zwiſchen den genannten Theilen ſind mit einer klaren Flüſſigkeit und zwar mit der wäßrigen und gläſernen Flüſſigkeit angefüllt. Auf der Netzhaut bilden ſich die vom Auge geſehenen Gegenſtände ab. Die Häute, die Linſe, die Flüſſigkeiten machen, daß wir die Gegenſtände ebenſo ſehen, wie ſie in der Wirklichkeit ſind und wie ſie ihrer Stellung nach auch dem Taſtgefühl erſcheinen, ſo daß alſo hieraus allein klar wird, wie die bekannte Anſicht, als ſähen wir alle Gegenſtände verkehrt, zu den Irrthümern gehört.

Obgleich wir die Gegenſtände in jedem der beiden Augen ſehen, ſo erhalten wir davon doch nur einen einzigen gleichzeitigen Geſammt=Eindruck. Die Richtungslinie des Auges iſt in der Regel eine gerade. Als richtige Entfernung für das deutliche Sehen der Gegenſtände nimmt man beim geſunden Auge 8—10 Zoll an; das bloße Wahrnehmen oder Erblicken erfolgt nach dem Verhältniß der Größe der Körper auf weitere Strecken. Wer kleine Gegenſtände in nur geringen Entfernungen ſieht, iſt kurzſichtig, wer in bedeutende Weiten ſieht, iſt weitſichtig; ein ſcharfes Auge ſieht ſehr klar, ein blödes undeutlich. Um durchs Auge zu erkennen, iſt Zeit erforderlich; es iſt nämlich zum Empfange eines beſtimmten Eindrucks $1/2$ Sekunde nothwendig. Bewegt ſich daher ein Gegenſtand ſchneller, als die einzelnen Eindrücke erfolgen können, ſo ſehen wir denſelben nur undeutlich oder er erſcheint in einer ununterbrochenen Linie. Eine glü=

hende Kohle im Kreiſe geſchwungen bildet einen feurigen Kreis; ein ſchnelles Rad z. B. das Flugrad in den Uhren ſehen wir, wenn es ſich bewegt, gar nicht.

Es iſt unſere angelegentlichſte Pflicht, das Auge zu ſchonen und nicht daſſelbe frühzeitig unvorſichtig zu ſchwächen. Plötzlicher Wechſel von Licht und Finſterniß, öfteres und anhaltendes Sehen in die Sonne, oder auf den Schnee, angeſtrengtes Sehen bei mattem Lichte, Leſen und Studiren in der Dämmerung und im Halbdunkel, das frühzeitige Tragen von Brillen ſchwächt und verdirbt das Auge. Kurzſichtigkeit und Blödigkeit ſind gewöhnlich die Folgen davon. Die ſchrecklichſte Folge von unvorſichtiger Beſchädigung der Augen iſt Blindheit. Sie iſt, wenn ſonſt das Auge geſund erſcheint, gewöhnlich unheilbare Abſtumpfung des Sehnervs — der ſchwarze Staar oder Trübung der Kryſtalllinſe — der graue Staar, den man durch eine gefährliche Operation heilen kann, indem mit einem Inſtrument die Linſe herausgenommen oder niedergedrückt wird; es bildet ſich dann an ihrer Stelle eine durchſichtige Feuchtigkeit, welche ſie erſetzt. Das Schielen mancher Menſchen iſt meiſt eine üble Angewohnheit und läßt ſich beſeitigen. Wer das Auge recht geſund erhalten will, der ſei aufmerkſam auf Alles, was ihm Nachtheil bringt. Sehr wohlthätig wirkt das Grün in der freien Natur auf unſer Auge und ſtärkt beſonders die Sehkraft.

Wir bemerken noch, daß das Geſichtsorgan der Thiere ganz ebenſo gebaut iſt, wie das menſchliche. Eigenthümlich iſt es, daß manche Thiere ſehr viele Augen haben wie z. B. die Fliege; die meiſten haben nur zwei Augen. Die Nachtfalter, Fledermäuſe, Eulen, Katzen ſehen im Dunkeln; ihre Augen haben eine beſondere Beſchaffenheit.

7) Die wichtigſten optiſchen Inſtrumente.

Die Spiegel und Gläſer ſind die einfachſten Beſtandtheile oder Elemente der optiſchen Vorrichtungen und Apparate. Von einigen Spiegel-Apparaten wie, vom Kalleidescop, vom Zauber- und Winkelperſpektive u. a. ſprachen wir ſchon. Die Inſtrumente mit Linſen ſind: die Brillen und Augengläſer, Lorgnetten, die Operngucker; Inſtrumente mit Linſen und Spiegeln ſind: die Mikroſcope, Fernröhre oder Teleſcope, die optiſchen Kammern, die Zauberlaterne u. a.

Die Brillen oder Augengläſer enthalten Converlinſen für weitſichtige Perſonen, Concavlinſen für kurzſichtige, jene verkleinern, dieſe vergrößern den Sehwinkel. Leſegläſer und Lupen ſind ebenfalls Converlinſen, durch welche die Gegenſtände vergrößert werden. Concavgläſer finden dagegen in den Lorgnetten ihre Anwendung.

Die Operngucker aus einem oder zwei brillenartig verbundenen

Guckern beſtehend, enthalten eine kleine Linſe am einen Ende, Ocularglas, und eine größere an der vordern Oeffnung, Objectivglas. Conſervationsgläſer von grünem oder blauem Glaſe beſonders an Brillen, die daher auch Conſervationsbrillen heißen, ſind dem Auge nachtheilig.

Die Mikroſcope oder Vergrößerungsgläſer ſind entweder einfache oder zuſammengeſetzte; eine Lupe, oder eine kleine Glaskugel mit Waſſer gefüllt, gehören zu den einfachen. Die zuſammengeſetzten Mikroſcope haben ein Rohr mit einer Converlinſe an jedem Ende Die eine iſt klein und weil an ſie das Auge gelegt wird, heißt ſie Ocularglas, die andere etwas größere und dem Gegenſtande zugekehrte. Converlinſe heißt das Objectivglas. Unter der Objectivlinſe ſteht beim Mikroſcop ein runder Spiegel und zwiſchen dieſem und dem Objectivglaſe befindet ſich der Gegenſtand auf einem dünnen Glasſtreifen. Zwei ſehr wichtige Inſtrumente dieſer Art ſind die Sonnen-Mikroſcope und das Hydro-Oxygen-Gas-Mikroſcop. Durch die Mikroſcope ſchaut das Auge, da manche über eine Million mal vergrößern, wodurch ein menſchliches Haar wie ein Balken, eine feine engliſche Nadel wie ein baumdicker abgeſtumpfter Pfahl erſcheint, in eine Wunderwelt, die dem unbewaffneten Auge unbekannt bleibt Durch ſie erkennen wir, daß der Staub auf den Flügeln des Schmetterlings buntfarbige Federn ſind, daß auch auf einem Sandkörnchen. viele Thierchen als Bewohner ſind; man zählt leicht auf einer einzigen Seitenfläche eines Sandkörnchens einige tauſend lebende Thierchen; durch die Mikroſcope weiß man, daß der Waſſertropfe von tauſenden von unſchädlichen Thierchen bewohnt iſt; man bewundert ebenſo durchs Mikroſcop die unendliche Weisheit des Schöpfers in der Geſtaltung der Pflanzenfaſern, bewundert den Bau der menſchlichen Haut, die Beſtandtheile ſeiner Säfte (das Blut beſteht aus lauter feinen Kügelchen) die Eigenthümlichkeit ſeines Haars (jedes Härchen iſt ein hohles Rohr mit Feuchtigkeit, ſeine Wurzel iſt einem länglichen Knollengewächs ähnlich) u. a. Theile.

Die Fernröhre oder Teleſcope ſind optiſche Inſtrumente, die für unſer Auge weit entfernte Gegenſtände vergrößern und verdeutlichen. Sie ſind entweder Refractoren oder Fernröhre mit Linſen, oder Reflectoren d. i. Spiegelteleſcope, wenn ſie aus Linſen und Spiegeln beſtehen. Die Fernröhre mit Linſen ſind von verſchiedener Größe (**Fig. 74.**); die gewöhnlichſten ſind die, welche aus mehreren einzuſchiebenden Röhren mit Linſen beſtehen und ausgezogen werden, um etwa von Thürmen oder Berghöhen ferne Gegenſtände zu erkennen. Unter dieſen ſind die Dollondſchen, Frauenhoferſchen, Ramsdenſchen die beſten. Die übrigen ſind meiſt große Inſtrumente, die auf Geſtellen ſtehen und für aſtronomiſche

Beobachtungen gebraucht werden. Es giebt verſchiedene Arten. Zu den Refraktoren gehört das Kepplerſche Fernrohr oder aſtronomiſche Sternrohr, das Galileiſche oder holländiſche Fernrohr, das Erdfernrohr, das Kaſſegrainſche, das Newtonſche Fernrohr u. a. Die Spiegeltelescope (Fig. 75.) enthalten keine Objectivlinſe, aber am andern Ende inwendig einen Hohlſpiegel, der die Lichtſtrahlen oder das Bild des Gegenſtandes auffängt, in einen in der Mitte ſtehenden Planſpiegel und von da durch eine Seitenöffnung oder ein Seitenrohr — Ocularrohr — in das Auge des Beobachters wirft. Das bekannteſte und größte der Art war bisher Herſchels Rieſentelescop in der Sternwarte zu Greenwich bei London. Die Länge des Rohrs beträgt 36 Fuß, die Weite 1½ Fuß. In ganz neueſter Zeit hat der Graf Roſſe in Irland ein ſolches gebaut, gegen welches das Herſchelſche ein Spielzeug iſt. Das Roſſeſche hat einen Spiegel von 6 Fuß Durchmeſſer und ein Rohr von 54 Fuß Länge.

Wie die Mikroſcope uns in die wunderbare Welt des Kleinen in der Natur führen, ſo leiten die Fernröhre uns in die unermeßlichen Räume des Weltgebäudes, zeigen uns die vulkaniſch zerriſſene Oberfläche des Mondes, die Flecken und Fackeln der Sonnenſcheibe und die Sonnenumdrehung um die Achſe, zeigen uns die Schneegefilde der Venus, die Lichtzonen des Jupiter, die Doppelringe des Saturn und die unglaublichen Entfernungen der Firſterne, die fernen Weltenſyſteme, die Richtungen der Kometenbahnen, die Nebelſterne und Sternhaufen.

Zu den optiſchen Kaſten gehören die dunkle, die helle, die lichte Kammer (camera obscura, cam. clara, cam. lucida.) und der Guckkaſten. Die dunkle Kammer (Fig. 76.) iſt ein dunkler Kaſten, in den durch eine an der Seite angebrachte Converlinſe die Lichtſtrahlen der Gegenſtände auf einen Spiegel von 45° Neigung fallen. von dem ein natürliches Bild auf eine darunter liegende Papierfläche geworfen wird. Die helle Kammer iſt ähnlich, nur daß bei ihr das Bild vom Spiegel von unten aufwärts auf eine mattgeſchliffene Glasplatte geworfen wird. Die lichte Kammer iſt keine eigentliche Kammer, ſondern ein an einem Stabe feſtſtehendes kleines viereckiges Prisma, das ein Bild des Gegenſtandes bei beſtimmter Stellung aufs Papier wirft. Alle dieſe Inſtrumente werden zum Zeichnen angewendet. Mechaniſche Zeichnen-Apparate ähnlicher Art ſind noch der Diagraph und der Daguerrotyp-Apparat. Der Guckkaſten (Fig. 77.) oder optiſche Kaſten iſt ganz ſo beſchaffen, wie die Camera obscura, nur ſieht man die unter dem Spiegel liegenden gut beleuchteten Bilder vergrößert durch die Linſe im Spiegel. Dieſe Vorrichtung iſt dieſelbe bei Panoramen und Kosmoramen,

dergleichen von umherziehenden Künſtlern in Städten zur Schau geſtellt werden, bei deren Beſchauung man nun leicht eine angenehme Reiſe durch viele Städte und ſchöne Gegenden der Erde machen kann. Die Zauberlaterne iſt ein Blechkäſtchen mit Lampe, Hohlſpiegel und zwei Convexlinſen, durch welche die Lichtſtrahlen auf farbige Glasbilder fallen, deren Figuren an einer gegenüberliegenden Wand zum Vorſchein kommen.

Wichtiger als die Zauberlaterne ſind die Transparent-Maſchinen zur Bewirkung von Lichterſcheinungen mittelſt durchſchimmernder Erleuchtung. Ein Cylinder aus ſpiralförmig gewundenen buntfarbigen durchſichtigen Papierſtreifen auf ein ſpitziges Stäbchen geſetzt, inwendig erleuchtet und bewegt, giebt transparente Erſcheinungen; ſetzt man nun von der Seite der Zuſchauer durchbrochene Scheiben, wo der Durchbruch Vaſen, Kronen, Statüen, Kreuze, Sternt- u. a. Dinge darſtellt, vor, ſo erſcheinen ſie im herrlichſten Brillannfeuer. Auch hat man noch manche andere Transparent-Vorrichtunggen. Eine bekannte iſt die, wo man an Malereien auf Papier diejenigen Stellen dünn ſchabt oder preßt, welche ſtark durchſchimmern ſollen, während andere Stellen höher aufgetragen werden. So hat man Malereien von Alpenlandſchaften, wo die Stellen, auf denen die Gipfel gemalt ſind, dünn geſchabt werden; ein dahinter gebrachtes Licht macht die ganze Landſchaft ſichtbar und zeigt das bekannte Glühen der Alpenſpitzen bei Sonnen-Aufgang und Untergang. Ganz in derſelben Art ſind die Porzellanbilder, die man an die Fenſter hängt und die Lithophanien genannt werden. Endlich iſt es ein Transparentſchauſpiel, wenn man auf eine ſtramm geſpannte und geölte Papier- oder Zeugfläche die Schatten von Figuren werfen läßt. Darauf beruhen die Schattenſpiele.

Zur Verſtärkung der Lichtreflektionen ſind nicht gerade beſondere Inſtrumente nothwendig, aber vielfache Einrichtungen an manchen Gegenſtänden gründen ſich darauf. So beruht darauf die Einrichtung der Lichtſchirme, Lampenſchirme oder Blendlaternen und Wagenlaternen und anderer Dinge. Bunte Gläſer in einer Laterne geben ein buntes Licht; violette, grüne und rothe geben das ſchönſte Licht. Ein reizendes Farbenlicht, das jedoch für die Augen in der Nähe nicht wohlthätig iſt, giebt die bengaliſche Flamme, die ſich aus beſonders dafür zuſammengeſetzten Brennſtoffen entwickelt; ſie iſt entweder ſchöngrün oder ſchön roſenroth und nimmt ſich aus einiger Entfernung am beſten aus. Mit der Bereitung des bunten Feuers hat es die Feuerwerkerkunſt zu thun. Großartige Feuerwerke kann man nur ſelten ſehen, da ſie koſtſpielig ſind. Die ſchönſten Feuerwerke werden am Feſtabend vor Peter und Paul auf der Engelsburg in Rom abgebrannt, wo bekanntlich der Bienenſchwarm einen ſchönen

Anblick bietet. Auch in Wien, in Paris, in London ſieht man nicht ſelten großartige Feuerwerke; ein ſehr ſchönes fand ſtatt bei der großen Truppenmuſterung, welche Kaiſer Nicolaus 1835 bei Kaliſch gab. Kleinere Feuerwerke ſind Leuchtkugeln, Schwärmer, Raketen, Feuerräder u. dgl.

8) Von der Einwirkung des Lichtes auf die Naturdinge.

Das Licht iſt eine der erſten Lebensbedingungen für die geſammte organiſche Natur und iſt es, welche vornehmlich die Entwickelung fördert. Wie die Lichtſtrahlen, namentlich die Sonnenſtrahlen, Wärme in den Körpern erregen und zwar um ſo mehr, je ſenkrechter ſie auffallen, wird ſich im folgenden Abſchnitte zeigen. Aber das Licht an ſich hat Einfluß auf die Körper und Pflanzen vergehen und ſterben ab, wenn ſie kein Licht haben. Eine der merkwürdigſten Erſcheinungen iſt die, daß das Licht anziehend auf die Pflanzen wirkt. Die Blüthenkelche vieler Blumen wenden ſich dem Lichte der Sonne zu, aber auch alle Pflanzen wachſen am üppigſten und ziehen ſich zugleich ganz nach der Seite, wo das Licht am ſtärkſten iſt. Man ſtelle Blumen an ſolchen Fenſtern auf, die ſich nach Weſten oder Norden kehren, die Blumen werden ſtets ſich nach der Seite hinziehen, wo das Licht des Nachmittags zuerſt an die Fenſter trifft. Die animaliſche Welt zeigt, wie wir wiſſen, auch den Drang nach dem Lichte; in dunklen Räumen iſt für die meiſten Thiere und für den Menſchen der Aufenthalt in der Regel unbehaglich. Menſchen, die in düſtern Räumen wohnen und wenig Licht ſehen, verbleichen und werden nervenſchwach, der Geiſt wird leicht trübe und es iſt eben ſo nöthig, ſeinen Zimmern Licht zu ſchaffen, wie es nöthig iſt, friſche Luft in dieſelben zu bringen.

Wie das Sonnenlicht beſonders ſtark auf die Formen und das äußere Ausſehen der Naturweſen wirkt, ſehen wir überall. Man vergleiche nur die Natur der Polargegenden mit der der Tropenländer; hier iſt Fülle, Kraft und Ueppigkeit, dort zurückgedrängte Entwickelung bei der Spärlichkeit und Armuth der Erzeugniſſe. Auch vergleiche man beſonders den Bewohner der Tropenländer mit dem der gemäßigten; die Gluthſonne hat die Hautfarbe ſchwarz gebrannt und dunkel gebräunt und ſelbſt in unſeren Gegenden wird unſere Haut braun, wenn wir den Sonnenſtrahlen uns ausſetzen. Daß das Sonnenlicht auch die bunten oder friſchen Farben auszieht oder bleicht, wurde ſchon erwähnt; ſie ändert aber auch die Färbung oft auf entgegengeſetzte Weiſe. Friſch abgehobelte Holzflächen bräunt die Sonne, graue Leinewand, gelbes Wachs werden durch die Sonnenbeleuchtung weiß; freilich muß dabei das Waſſer und die Lauge mitwirken. Daß das Licht der Entwickelung der Sauerſtoffluft oder

Lebensluft, der Mangel an Licht aber der Entwickelung ſchädlicher Luftarten förderlich iſt, läßt ſich vielfach nachweiſen.

So iſt das Licht eine koſtbare Gabe des guten, allliebenden Schöpfers. Ohne daſſelbe würden wir in ewigem Dunkel wandeln, ſiech an Geiſt und Körper, und ohne daſſelbe würden wir die Wunderpracht der Schöpfung nicht erkennen. Heil dem, welchem das hehre Licht der Augen gegeben iſt, damit er des Schöpfers Größe und Allmacht erſchauen kann, aber doppelt Heil dem, welchem beim Anblick der Schöpfungswunder auch das Licht des Geiſtes und das noch ſchönere Licht im Herzen, nämlich das heilige Licht des Glaubens und der Offenbarung aufgegangen iſt, jenes Licht, das der göttliche Erlöſer der Welt aufgeſteckt hat, welches allein den Pfad erhellt, auf dem wir hingelangen können in die ewigen himmliſchen Lichträume, wo uns, wenn wir in der Tugend wandeln, ein Platz für die Ewigkeit bereitet iſt und wo wir das im reinſten Licht erkennen werden, was uns hier auf Erden noch dunkel und verborgen blieb, wogegen in ewige, ſchreckliche Finſterniß diejenigen geſtürzt werden, welche hier in Sünde und Laſter wandelten. Deswegen laßt uns unabläſſig aufſchauen zu dem Ewigen, von dem uns das Licht entgegenſtrahlt und laßt uns ſeine Wege, die Wege des Lichts, nicht aber die der Finſterniß wandeln! —

Achter Abſchnitt.

Von der Wärme und dem Feuer.

1) Das Weſen der Wärme im Allgemeinen.

Der Zuſtand der Körper, wornach ſie auf unſer Gefühlsorgan wirken, heißt der Wärmezuſtand oder die Wärme, und die Urſache jener Einwirkung iſt die Wärmethätigkeit oder der Wärmeſtoff. Fein wie das Licht und mit dieſem eng verwandt, gilt auch die Wärme als eine Materie, deren Körperlichkeit wir nicht nachweiſen können und wird daher ebenfalls häufig als eine in den Körpern wirkende Kraft angeſehen. Die Wärme iſt in allen Körpern verbreitet, der Hauptträger der Wärme aber iſt die Erde, die ſie gewiſſermaßen an alle übrigen Körper abgiebt. Man denkt ſich die Wärme in allen Theilen der Körper als wirkſame feine Materie enthalten. Nicht alle Körper haben gleich ſtarke Wärmethätigkeit. Man nennt die Stärke der Wärmewirkung eines Körpers ſeine Temperatur. Hohe Wärmegrade beizeichnet man als Hitze und ihre Urſache als Feuer, niedrige Wärmegrade als Kälte. Iſt die Wärmethätigkeit eines Körpers gering, ſo heißt

dieſelbe gebundene Wärme, ſtärkere Wärmethätigkeit heißt freie Wärme. Das, was wir Kälte nennen, iſt der Zuſtand, in welchem die Wärme gebunden iſt; Kälte iſt alſo ein ſehr niedriger Grad von Wärme, abſolut kalte Körper aber giebt es nicht, denn auch im Eiſe, im Schnee iſt noch Wärme vorhanden.

2) Erregung der Wärme.

Die Wärmethätigkeit wird in den Körpern angeregt oder gefördert durch Mittheilung von andern oder durch Schlagen, Reiben, Stoßen, Preſſen, durch Einwirkung des Sonnenlichtes, durch chemiſche Miſchung und Gährung. Die Mittheilung der Wärme durch andere Körper geſchieht, wenn dieſe letzteren in höherem Grade erwärmt ſind. So erwärmt ein Ofen die Luft im Zimmer, unſern Körper und andere Gegenſtände; ebenſo werden unſere Kleider am Körper warm durch die vom Körper ausſtrömende Wärme. Erzeugung der Wärme durch Reiben, Hämmern oder Stoßen und Zuſammenpreſſen findet in verſchiedenen Fällen ſtatt. So werden beim Feilen, Sägen, Bohren, beim Schleifen und beim ſtarken Streichen die bearbeiteten Gegenſtände und Inſtrumente warm; die Zapfen der Maſchinenräder, die Wagenaxen müſſen geſchmiert werden, um die zu ſtarke Reibung und die dadurch mögliche Entzündung zu verhindern; wir reiben im Winter die Hände, die Wilden machen Feuer, indem ſie zwei Hölzer an einander reiben. Ferner gehämmerte Metalle erhitzen ſich während des Hämmerns; zuſammengepreßte Luft entzündet leicht zündbare Gegenſtände. Chemiſch entſteht Wärme und Feuer, wenn Waſſer auf gebrannten Kalk gegoſſen wird, oder wenn Schwefel, Eiſenfeilſpähne und Waſſer zuſammen gethan werden. Naſſes Heu, Stroh, Dünger, getheerter Hanf entzünden ſich von ſelbſt. Häufig iſt ſchon in Scheuern und Heuböden Feuer ausgebrochen, wo Heu oder Getreide und Stroh im naſſen Zuſtande eingeärndtet und auf einander gehäuft wurden. Unter der Kaiſerin Katharina II. von Rußland verbrannte in den Magazinen der Admiralität in Petersburg zweimal das geſammte Tau- und Tackelwerk der Flotte, weil die getheerten und geölten Taue nicht frei aufgehängt, ſondern übereinander gehäuft geweſen waren.

Die Sonnenſtrahlen erzeugen Wärme in den Körpern, indem ſie anregend auf den Wärmeſtoff wirken. Das Sonnenlicht enthält übrigens die angeregte Wärme nicht ſelbſt, denn ſonſt müßte es auf hohen Berge wärmer ſein als in den Thälern und Ebenen, aber das Sonnenlicht belebt den in den Körpern verhandenen Wärmeſtoff und die durch Brennſpiegel und Brenngläſer concentrirten Strahlen der Sonne zünden Holz, Papier, Tabackſchwamm u. a. Dinge an, ſchmelzen Metalle, ja verkohlen den Diamanten. Die Sonnenſtrah-

len erregen die meiſte Wärme, wenn ſie ſenkrecht auffallen, daher kommt die Hitze der Sonne in den heißen Erdgürteln, die Kälte unter den Polen, wo die Strahlen ſtets ſchief auffallen; im Winter fallen die Strahlen bei uns ſchiefer als im Sommer, daher die verſchiedene Wärme in einem und demſelben Erdſtriche. Endlich im luftleeren Raume oder bei dünner Luft läßt ſich z. B. im Waſſer leicht hohe Wärme anregen. So kocht Waſſer auf hohen Bergen ſchneller als als im Thale. Im ſogenannten Pulshammer (**Fig. 79.**), der aus einer luftleeren zum Theil mit Waſſer gefüllten an den Enden ſchenkelartig gebogenen Glasröhre beſteht, kocht das Waſſer faſt augenblicklich von der Wärme der Hand.

3) Ausgleichung und Verbreitung der Wärme.

Ungleich erwärmte Körper gleichen ihre Temperatur meiſt in kurzer Zeit aus, wenn ſie einander nahe kommen, oder ſich berühren, d. h. ſie ſetzen ſich mit ihren Temperaturgraden ins Gleichgewicht. Dabei verliert der wärmere und der kältere zieht jene Wärme an, oder der kältere entzieht dem wärmeren einen Theil ſeiner Wärme und zwar ſo lange, bis ſie gleiche Wärme haben, oder auch bis der eine ſogar die größeren Wärmegrade vom andern annimmt und dieſer ſelbſt niedrige Wärmegrade erhält. Ein gefrorner Apfel in Waſſer gelegt entzieht dem ihn umgebenden Waſſer ſo viel Wärme, daß dieß gegefriert. Wer die Zunge im kalten Winter an eiſerne Gegenſtände hält, gefriert augenblicklich an, Waſſertropfen gefrieren in den Gewitterwolken, wenn die Blitze die Wärme frei machen; weil aber die Eiskörner durch andere Dunſtwolken hindurch gehen, ſo ſetzen ſich die Dünſte an dieſe an und ſie vergrößern ſich zu großen Hagelkörnern und Eisklumpen. In einem und demſelben Körper gleichen ſich die ungleich erwärmten Theile ebenfalls in der Temperatur aus und Abkühlen, Erkalten und Erwärmen ſind die gegenſeitigen, immer wechſelnden Zuſtände.

Die Wärme-Verbreitung betreffend, ſo ſtrahlt die Wärme entweder von dem wärmenden Körper in geraden Linien aus, oder ſie wird bei der Berührung der Körper aus einem in den andern fortgeleitet. Die Wärmeſtrahlen verbreiten ſich wie die Lichtſtrahlen geradlinig, freilich mit viel geringerer Geſchwindigkeit aber mit abnehmender Stärke, je weiter ſie gehen; ſie werden dabei auch zurückgeworfen, gehen durch andere Körper und erleiden eine Brechung oder werden abſorbirt. Die Ausſtrahlungsfähigkeit der Körper iſt aber verſchieden, wobei beſonders die Maſſe viel Einfluß hat; eiſerne Ofen ſtrahlen ſchneller und ſtärkere Wärme als thönerne. Holz hat noch geringere Strahlungsfähigkeit. Nicht durch Ausſtrahlen ſondern durch Fortleitung verbreitet ſich die Wärme in einem und demſelben Körper oder in ſolchen Körpern, welche ſich berühren. Ein

Metallſtab ins Feuer gehalten wird nur nach und nach warm, ebenſo ein am Ofen anliegender Gegenſtand. Man nennt die alſo erfolgte Verbreitung der Wärme auch die Mittheilung der Wärme. Die Verbreitung der Wärme geſchieht nicht in allen Körpermaſſen auf dieſelbe Weiſe.

Sie findet bei den feſten Körpern ſo ſtatt, daß von Punkt zu Punkt die Wärmekraft fortſchreitet, in den flüſſigen und luftförmigen aber ſo, daß die zuerſt erwärmten Schichten ſich ausdehnen und aufſteigen und dadurch die kälteren erwärmen; deshalb entſteht beim Erwärmen eine immerwährende Unterbrechung des Gleichgewichts. So ſtrömen die am Ofen eines Zimmers liegenden Luftſchichten ſtets vom Ofen ab und die kältern ſtrömen zu, Waſſer überwallt von der Stelle, wo es erwärmt wird und weniger erwärmtes ſtrömt zu. Auch die Wärme-Leitung iſt nicht in allen Körpern gleich; bei einigen erfolgt die Aufnahme, Verbreitung und Wiederabgabe ſchneller, bei andern langſamen. In dieſer Rückſicht zerfallen die Körper in gute und ſchlechte Wärmeleiter. Gute Wärmeleiter nennen wir diejenigen Körper, welche höhere Wärme ſchnell aufnehmen, in ſich verbreiten und an andere (am häufigſten an die Luft) abgeben d. h. ſchnell erwarmen und ſchnell ſich abkühlen oder erkalten; die ſchlechten Wärmeleiter verhalten ſich umgekehrt. Soll alſo Wärme ſchneller oder langſamer verbreitet werden, ſo wendet man gute oder ſchlechte Leiter an. Zu den guten Wärmeleitern gehören alle Metalle beſonders Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Eiſen u. a. ebenſo Glas, Porzellan, gebrannter Thon, Ziegel, Steine. Schlechte Wärmeleiter ſind Stroh, Holz, Federn, Haare, Wolle, Horn, Waſſer und Luft.

Einen bedeutenden Einfluß auf das Vermögen der Körper, Wärme anzunehmen und fortzuleiten, hat die Farbe, ſo wie die Rauhigkeit oder Politur der Oberfläche; helle und glatte Körper ſind weniger, rauhe und dunkle Körper mehr leitungsfähig. Wenn man verſchiedenfarbige Tuchſtreifen auf Schnee legt, ſo daß die Sonne darauf ſcheint, ſo wird der Schnee unter den dunklen Streifen ſchmelzen, unter den lichten Streifen unverändert bleiben. Nach allen dieſen Erfahrungen über die Leitung der Wärme richtet ſich die Anwendung der wärmenden oder kühlenden Dinge; beſonders beruhen darauf unſere Schutzmittel gegen Kälte und Hitze. Unſere Kleider und Betten ſind ſchlechte Wärmeleiter, ſie leiten die dem Körper entſtrömende Wärme nur langſam fort und bilden um unſern Körper eine erwärmte dünne Luftſchicht, daher ſind dicke und weite Kleider wärmer, enge und dünne kälter; im Sommer haben wir lichte und dünne, im Winter dunkle Kleider. Hölzerne Häuſer ſind wärmer als ſteinerne, Doppelthüren und Doppelfenſter ſchützen gegen die Kälte. Das Umwickeln der Bäume, der Brunnenſtänder, der Brunnenröhren mit Stroh, das

Einlegen der Weinſtöcke in den Acker beruht auf dieſen Wärmeverhältniſſen der Körper. Bei guten Wärmeleitern ſchützt man ſich gegen die Hitze; ſo verſieht man metallene Gefäße und Inſtrumente mit hölzernen Griffen, einem Glaſe auf heißen Ofen legt man ein Blatt Papier unter, um das Glas vor dem Zerſpringen zu ſichern u. ſ. w.

Außer der von andern Körpern erhaltenen Wärme hat jeder Körpern ſeine urſprüngliche oder abſolute Wärme, die aber ſehr verſchieden iſt. Eiſen oder Metalle überhaupt fühlen ſich meiſt kälter an als Holz; dieß macht ihre beiderſeitige urſprüngliche Wärme. Dieſer urſprüngliche Wärmezuſtand der Körper wird nach der Erwärmung oder Abkühlung ſtets wieder hergeſtellt d. h. die Körper kehren auf ihr eigenthümliches Wärmemaaß wieder zurück. Endlich ſind die Körper in erhöhter Wärme nur für eine beſtimmte Erwärmung geeignet und ſie ſteigen auf eine beſtimmte Temperatur gebracht, nicht mehr, ſondern zeigen andere Erſcheinungen des Wärmeeinflußes, wovon im Nachfolgenden die Rede ſein wird.

4) Von der Einwirkung der Wärme auf alle Körper.

Sowohl für die in der Maſſe der Körper haftende Wärme, wie auch für die Aufnahme der Wärme ſind die Poren unzweifelhaft von der größten Wichtigkeit. Sie ſind eigentlich die Durchgangskanäle für die Wärmematerie und die Körper erleiden durch das Eindringen der Wärme wichtige Veränderungen. Zwei Hauptveränderungen ſind beſonders hervorzuheben. Die Wärme ändert nämlich: a) das Volumen oder den Umfang und b) ſie ändert den Aggregatszuſtand, oder die Form des Beſtehens der Körper.

a) Für die Veränderung des Körperumfanges oder Volumens durch die Einwirkung der Wärme gilt das Geſetz: ſteigende Wärme dehnt die Körper aus, fallende Wärme (Abkühlung) zieht dieſelben zuſammen. Unter den feſten Körpern haben die Metalle die meiſte Fähigkeit dieſem Geſetz zu folgen. Eine wärmere Metallkugel fällt durch einen Ring von gleich großem Durchmeſſer nicht eher, als bis ſie erkaltet iſt. Flüſſigkeiten beſonders Waſſer, Queckſilber, Weingeiſt dehnen ſich durch ſteigende Wärme ebenfalls aus, am meiſten aber thut dieß die Luft; eine ſchlaffe Blaſe ins Warme gelegt wird ſtraff; erwärmte Luft bläht den Luftballon auf. Ausdehnung der Luft und der Flüſſigkeit zugleich iſt es, was den Pfropfen aus Bier- und Weinflaſchen ſtößt, wenn man ſie aus dem friſchen Keller in die warme Stube bringt. In den feſten Körpern ſelbſt mag die in den Poren befindliche, in der Wärme ſich ausdehnende Luft die Ausdehnung der feſten Maſſe fördern. Manche von den feſten Körpern ſcheinen von dem allgemeinen Geſetz eine Ausnahme zu machen. So werden Holz, Papier, Obſt, naſſer Thon

durch Wärme zuſammengezogen und Waſſer dehnt ſich beim Gefrieren ſogar ſo aus, daß es die Gefäße ſprengt. Allein dort findet eine Verkleinerung des Volumens ſtatt wegen der entweichenden Feuchtigkeit, hier findet eine Vergrößerung des Volumens ſtatt, weil die Waſſertheilchen beim Gefrieren ſich kryſtalliniſch ordnen d. h. Eisnadeln bilden, wozu ſie einen größeren Raum brauchen. Unter den feſten Körpern dehnen ſich viele ungleich ſtark aus; ſo dehnt ſich Kupfer mehr aus als Eiſen, und ebenſo iſt es mit der Zuſammenziehung.

Die Ausdehnung und Zuſammenziehung der Körper hat einen ſehr großen Einfluß auf manche aus Metallen beſtehende Inſtrumente, ſowie auf den Gang der Räderwerke in Uhren, auf die Spannung der Saiten der Flügel und Violinen u. ſ. w. Um die ſtarke durch Ausdehnung oder Zuſammenziehung bewirkte Abweichung in der Regularität mancher Uhren, beſonders der Seeuhren, zu vermeiden, macht man die Räder aus verſchiedenen Metallen. Sehr nachtheilige Wirkungen können in Folge der Körperausdehnung und Zuſammenziehung entſtehen, wenn wir Hitze und Abkühlung an unſerm Körper zu ſchnell wechſeln laſſen, daher iſt es ſehr ſchädlich, wenn man im Winter aus der Kälte in die Stube kömmt und ſich ſofort zum heißen Ofen ſtellt, weil der plötzliche Wechſel zu heftig wirkt. Ueberhaupt muß man der Verweichlichung wegen ſich nicht an heiße Oefen anlehnen. Noch verderblicher iſt plötzliche Abkühlung, wenn wir ſchwitzen.

Auf dem Geſetz, daß Wärme das Volumen der Körper ändert, wobei man alſo aus der Veränderung des Volumens auf eine Aenderung ſeiner Temperatur oder der Temperatur der Luft ſchließen kann, beruht der Wärmemeſſer oder Thermometer. Die gebräuchlichſte Art ſind die von einem holländiſchen Landmanne Cornelius Dreppel 1630 erfundenen Queckſilber-Thermometer Fig. 78. Eine 10 Zoll lange feine Glasröhre mit einer kleinen Kugel am untern Ende bis zu einem gewiſſen Punkte mit gereinigtem Queckſilber gefüllt und auf eine Holzſchiene befeſtig , giebt ein ſolches. Für den Stand des Queckſilbers giebt es zwei beſtimmte Hauptbeobachtungspunkte; dieſe ſind der Siede- und der Gefrierpunkt, jener nach der Hitze des kochenden, dieſer nach der Erkaltung des gefrierenden Waſſers beſtimmt. Am Thermometer iſt eine Grad-Skala angebracht, woran die Ausdehnung oder das Steigen des Queckſilbers bei ſteigender und das Fallen deſſelben bei abnehmender Wärme ſich beobachten läßt. Dieſe Skalen ſind verſchieden und werden nach dieſer Verſchiedenheit die Thermometer benannt. Der Franzoſe Reaumür theilte den Raum vom Gefrier- bis zum Siedepunkte in 80 Theile oder Grade, Celſius dagegen theilte ihn in 100 Theile und Fahrenheit, der einen künſtlichen Gefrierpunkt ſuchte, fand den Froſt-

punkt 32° unter dem Reaumürſchen und beſtimmte bis zum Siedepunkte 212 Grade. Alle haben eine hinlängliche Zahl Grade für die Kälte; Einige Beſtimmungen über die Wärme nach dem Reaumürſchen Thermometer mögen hier Platz finden. Es iſt:

die zuträglichſte Stubenwärme	14—15°	Reaumür
die Stubenwärme in Krankenzimmern	17°	—
die Badewärme nach Umſtänden . . .	20—26°	—
die Blutwärme des geſunden Körpers	28°	—
Wachs ſchmilzt bei 48°, Waſſer kocht bei	80°	—
höchſte Sonnenhitze bei uns etwa . .	26—30°	—
größte Glühhitze des Eiſens	8000°	—
Winterkälte bei uns	20—26°	—
Queckſilber gefriert bei	34°	—
Nicht ungewöhnliche Kälte in Sibiren	60—70°	

Die Thermometer leiſten gute Dienſte bei der täglichen Beobachtung über die Temperatur der freien Luft, der ſie zweckmäßig ausgeſetzt ſein müſſen, ebenſo in Kranken- und Badezimmern, in Gewächshäuſern, in Färbereien, Brennereien, Zucker- und Salz-Raffinerien und bei Höhenmeſſungen u. ſ. w. Außer den Queckſilberthermometern braucht man Weingeiſt-Thermometer, die ebenſo eingerichtet ſind; auch Luftthermometer und Metallthermometer ſind in Gebrauch.

b) Gleichwichtig, wie die Veränderungen des Volumens der Körper durch Wärme ſind die Veränderungen, welche in Folge der Wärmewirkung mit dem Aggregatszuſtande der Körper vorgehen. Bei der Veränderung des Aggregatszuſtandes der Körper findet ſtets ein Freiwerden oder eine Bindung der Wärme ſtatt. Die Haupterſcheinungen in der Veränderung des Volumens ſind *Erſtarrung* des weichen oder Flüſſigen in der niedrigen Temperatur (Kälte), Erſtarrung des Weichen in der hohen Temperatur (Gluthhitze), *Verdünſtung*, *Schmelzen* und *Verbrennen unter Lichtentwickelung*.

Die Körper erſtarren bei niedrigen Temperaturgraden und gehen aus dem flüſſigen Zuſtande in den der feſten Maſſen über. So erſtarren geſchmolzene Materien wie geſchmolzenes Wachs, Talg, Butter, Metall, ſobald die Schmelzhitze nachläßt. Bei dem Temperaturgrade unter dem Null- oder Gefrierpunkt tritt Erſtarrung des Waſſers, der thieriſchen und Pflanzenſtoffe ein. Darauf beruhen die zahlreichen Erſcheinungen am gefrierenden Waſſer; außerdem beruht darauf das Erfrieren der Pflanzen, der Thiere, der Menſchen; es erfolgt das Abſterben der belebten Weſen, ſobald die Säfte ſtarr werden und ihre Cirkulation aufhört. Mitgetheilte Wärme kann das Erſtarrte wieder flüßig machen d. h. aufthauen oder das Erſtorbene unter Umſtänden wieder beleben. Im letzten Falle darf aber die

Wärmewirkung nicht zu ſchnell hervorgerufen werden. Darnach richtet ſich das Verfahren, was man mit erſtarrten und erfrorenen Gliedern oder erfrornen Menſchen vorzunehmen hat. Erſtarrte Glieder darf man nicht an den heißen Ofen halten, weil dadurch leicht der Brand in denſelben erzeugt wird, indem allzuſchnell mehr Wärme in dieſen Gliedern entwickelt wird, als wir empfinden. Erfrorene Glieder reibt man zuerſt mit Schnee und wendet erſt dann noch andere Heilmittel an. Will man mit ſolchen Unglücklichen, welche in der Kälte erſtarrt ſind und erfroren ſcheinen, Wiederbelebungsverſuche machen, ſo muß man ebenfalls ſie vor ſchneller Erwärmung bewahren. Man bringt ſie in ein kaltes Zimmer (oder hüllt ſie in Schnee) und reibt ihren Körper ſanft mit wollenem Zeuge; merkt man eine Spur von Leben, ſo flößt man ihnen etwas warmen Thee mit Vorſicht ein und bringt ſie in ein warmes Zimmer und in ein ausgewärmtes Bett; ein möglichſt ſchnell herbeigerufener Arzt ordnet das Weitere an.

Gleichwie manche Maſſen bei niedriger Temperatur erſtarren, ſo erſtarren auch andere durch hohe Temperatur. Dieß geſchieht beſonders bei der Bereitung der Ziegel, der Thongefäße, des Porzellans, bei der Bereitung von Dingen aus weichen Kalk- und Kreidemaſſen. Es wird die in ſolchen Maſſen befindliche Feuchtigkeit verdrängt und die Körper werden dadurch feſter und haltbarer und in ſofern wird zwar ihr Aggregationszuſtand nur theilweiſe geändert.

Die der Erſtarrung entgegengeſetzten Erſcheinungen ſind die Verdünſtung und Schmelzung. Der Verdünſtungsprozeß geht beſonders an den Flüſſigkeiten vor. Waſſer und andere Flüſſigkeiten werden im flüſſigen Zuſtande fortwährend in Dünſte zerſetzt. Dieß geſchieht beim Waſſer ſchon bei niedriger Wärme und hat es die Siedehitze erreicht, ſo ſteigt der Wärmegrad in ihm nicht höher, ſondern alle Wärme wird dann zum Verdünſten verwendet und durch erhöhte Hitze beſchleunigt man den Verdünſtungsprozeß. Von der Verdünſtung des Waſſers auf der Erde ſprachen wir ſchon oben. Da die Dünſte leichter ſind als das Waſſer, ſo ſteigen ſie in der Luft aufwärts und bilden ſich zu Dampfwolken, welche auf irgend eine Weiſe abgekühlt in Tropfen ſich zuſammenziehen.

Bei der Verdünſtung wird Wärme gebunden und es entſteht in der Umgebung Abkühlung; beim Zuſammenrollen der Dünſte in Tropfen wird Wärme frei und es entſteht in der Umgebung Wärme. Darauf beruht mancher Abkühlungs- oder Erwärmungsprozeß. Wir kühlen im Sommer die Zimmer, indem wir Waſſer umherſprengen. Man kühlt Flüſſigkeiten in Flaſchen ab, indem man dieſe mit naſſen Tüchern umhüllt und in die Sonne ſtellt. Heiße Töpfe werden ebenfalls mit naſſen Tüchern angefaßt. Naſſe Kleider erkälten den Kör-

per. Beim Schwitzen kühlt ſich unſer Körper ab; daher tritt Schweiß ein, wenn unſer Blut in heftige Bewegung geſetzt iſt. Beim Gewitter wird den Wolken durch den Blitz Wärme entzogen, daher iſt die Folge davon Regen oder Schloſſen und Sturm; die Schwüle vor und die Abkühlung nach Gewitterregen iſt natürlich. Die Verdunſtung der Flüſſigkeiten findet an ihrer Oberfläche ſtatt und ſie wird gefördert durch den Luftzug. Deshalb hängen wir gefärbte und naſſe Zeuge und Wäſche in die Luft, kühlen die Speiſen durch Blaſen u. ſ. f.

Das Schmelzen der Körper durch Wärme findet ſtatt an ſtarren Gegenſtänden wie am Eiſe, Fett, Talg, Siegellack, Wachs, Pech, Harz, an der Butter u. ſ. f. Bei bedeutend höherm Hitzegrade ſchmelzen Steine, Glas, Metalle. Die erſtgenannten Maſſen wie die brennbaren Minerale verbrennen bei großen Hitzegraden, die Steine, die Metalle halten nicht nur die unglaublichſten Hitzegrade aus, ſondern reinigen und läutern ſich dabei von dem erdigen und ſchlackigen Beiſatze. Ehe die Metalle ſchmelzen, fangen ſie an Licht zu entwickeln d. h. ſie glühen und dieß geht vom Rothglühen bis zum Weißglühen über; beim Schmelzungsprozeſſe entwickelt ſich an den geſchmolzenen Gegenſtänden ſtrahlende Wärme und daher können die Arbeiter in Schmelzhütten die Hitze oft kaum ertragen.

Außer der Erſtarrung, der Verdünſtung, dem Schmelzen iſt endlich eine hierher gehörige durch Wärme bewirkte Hauptveränderung der Körper die Verbrennung. Das Verbrennen findet ſtatt an den brennbaren Mineralien: Kohle, Schwefel, Bernſtein, Phosphor, am Diamant, an Pflanzen- und Thierſtoffen, nämlich an Holz, Stroh, Papier, Wolle, Haar, Horn, Leder, Butter, Oel, Spiritus, Wachs, Stahl verbrennt in Sauerſtoffgas. Das Verbrennen der Körper iſt eine Verbindung des Sauerſtoffes mit den Körpern und erzeugt die Erſcheinung, die wir das Feuer nennen. Der Sauerſtoff macht in den Körpern alle Wärme frei und es entwickelt ſich an den brennenden Körpern wie bei der Schmelzung zuerſt Licht und dann ſtrahlende Wärme, beides zuſammen bildet aber das Feuer. Das dabei ſtatthabende Licht iſt entweder nur ein Glühen, Glimmen, oder es iſt wirkliche Lichtmaterie. Dieſe leuchtende Materie iſt die Flamme, die an brennenden Lichtern ein wirklicher Lichtkegel iſt und vom brennenden Körper aus nach oben ſteigt. Mit ihr ſteigen ein dunkler Dampf oder der Rauch und feine Kohlentheilchen oder Ruß in die Höhe und ein mineraliſcher Niederſchlag, die Aſche bleibt zurück. Die Flamme iſt meiſt gelb oder röthlich oder weiß oder auch bei einigen Stoffen bunt, und aus den Körpern ſelbſt entwickeln ſich unathembare Gaſe, die wir gewöhnlich als prenzlichen und ſtockenden Geruch bezeichnen.

Die atmosphäriſche Luft iſt dem Verbrennen ſehr förderlich, da ſie

ſtets neuen Sauerſtoff zuführt; auch bedürfen die Körper zum Fortbrennen eine ſtete Erwärmung der anbrennenden Theile. Um Feuer zu löſchen, muß man die Gegenſtände naß machen, aber nicht Waſſer ins Feuer ſpritzen, denn dadurch vermehrt ſich im hinzutretenden Sauerſtoffe ſeine Kraft. Das beſte Mittel Feuer zu löſchen iſt, wenn man ihm den Nahrungsſtoff oder die Luft entzieht. Stark mit Salzlauge getränkte Körper brennen ſchwer. Nicht alle Brennſtoffe erzeugen gleich ſtarke Hitze beim Brennen. So giebt Steinkohle mehr Hitze, als Braunkohle und Holz. Unter den Hölzern hitzt Eichen- und Buchenholz, Birkenholz mehr, als Kiefer- oder Fichtenholz. Weichere Gegenſtände wie Stroh, Flachs u. a. geben eine ſtarke Flamme, brennen ſchnell auf, geben aber wenig Hitze, andere Körper brennen langſamer. Wachslichte brennen heller und ſparſamer als Talglichte. Zur Meſſung der beim Verbrennen entwickelten Hitze bedient man ſich des Feuermeſſers oder Pyrometers, der in Schmelzhütten und Glas-, Porzellan- und Steingut-Fabriken gebraucht wird.

5. Die Wärmethätigkeit in der organiſchen Natur, Lebenswärme.

Die Wärme in den organiſchen Naturweſen iſt wie das Licht ein Lebens-Element. Das Leben ſteht ſtill, wo die Wärme entweicht und tritt kräftiger auf, wo ſie in hinlänglich hohem Grade vorhanden iſt. Daher ſehen wir das reiche und unendlich üppige Leben in den warmen Ländern und das öde und dürftige Leben in den kalten Zonen. Die Wärme iſt ein Faktor bei der Production wie bei der Erhaltung der Pflanzen und Thiere. Etwas anders iſt ſie in den Pflanzen, anders bei den Thieren.

In den Pflanzen iſt die Wärme faſt ſtets der ſie umgebenden Lufttemperatur gleich und ſie iſt in allen Theilen der Pflanzenkörper gleich verbreitet, bei niederer Temperatur ſtockt das Wachsthum, bei höherer wird es gefördert und die Triebkraft wird ſehr vermehrt. Auch zeigt die Wärme gegen die Pflanzen eine gewiſſe Anziehung, da manche Stubenpflanzen, die auf Fenſtern ſtehen, ſich gegen die erwärmte Seite der Stube hinneigen. Bei den meiſten Thieren und zwar namentlich bei den Säugethieren und Vögeln und ebenſo beim Menſchen hat die äußere Temperatur zwar Einfluß, aber dieſe Körper haben ihre eigene Wärme. Die Wärme des menſchlichen und thieriſchen Körpers — thieriſche Wärme — iſt meiſt höher als die äußere Luft; ſie iſt im Körper nicht überall gleich ſtark, ſondern von der Hautoberfläche nach den innerſten Theilen hin nimmt ſie zu und iſt in den innerſten Kammern des Körpers am ſtärkſten. Dieſe innere Wärme iſt die eigentliche Lebenswärme. Dieſe wird vorzüglich durch den mit der eingeathmeten Luft eintretenden Sauerſtoff er-

zeugt. Die Wärme ſtrömt unausgeſetzt von dem Körper nach außen und es hat der Schöpfer die Thiere mit der nothwendigen Bedeckung begabt, während der Menſch durch Kleidung die Wärmeſtrömung mäßigt; denn jene Bedeckungen und unſere Bekleidung ſind beide ſchlechte Wärmeleiter. Das Entſtrömen der Wärme durch allzu dicke Kleidung ganz zu hemmen, würde nachtheilig ſein. Zur Erwärmung nimmt auch oft der menſchliche und thieriſche Körper Wärme von außen auf oder erhöht die Wärme durch erhitzende Mittel (hitzige Getränke, ſtark gewürzte Speiſen) von innen.

Das Organ zur Aufnahme der äußern Wärme (Wärme erheizter Zimmer, gewärmter Kleider) iſt unſere Haut und die Poren, wodurch die ſtrahlende oder fortgeleitete Wärme in den Körper eindringt. Zu hohe oder zu niedrige Wärmetemperatur erregt in uns ein ſehr unbehagliches Gefühl. Durch zu hohe Wärme entſteht Beengung des Athmens und Ermattung, durch zu niedrige Wärme werden die Nerven angegriffen und es entſteht im Körper der Froſt, ein Zuſtand, wobei die Gliedmaßen und ſelbſt die inneren Theile in heftige Erſchütterungen gerathen. Kinder von zartem Alter und alte Leute, ſo wie Kranke, bedürfen kräftige Erwärmung von außen und frieren leicht. Geſunde erwachſene Leute bedürfen weniger äußere Wärmemittel. Der Menſch kann übrigens hohe Hitzegrade und bedeutende Kältegrade ertragen. Die Hitze unter dem Aequator, wie die Kälte unter den Polen hält er ohne Nachtheil aus, wiewohl eine ſchnelle Veränderung der ſtarken Hitze oder Kälte nachtheilig wirkt. Durch zu ſtarke Wärme in den Zimmern verweichelt man den Körper. Die natürlichſte Wärmetemperatur entſteht für unſern Körper, wenn wir uns mäßige Bewegung machen.

Die Wärme und das Feuer ſind eine große Himmelsgabe des gütigen Schöpfers; ſie ſtützt unſer Leben, ſie iſt als Feuerwärme die Kraft, durch welche ſelbſt der Menſchenhand ihre Schöpfungen möglich werden; ſie iſt es, welche wohlthuend auf alle Weſen der belebten Natur einwirkt und ſie iſt ſelbſt in dem unendlichen All ein wirkſames und ſchaffendes Element, eine Wunderkraft, die während das Licht der Schöpfung Glanz verleiht, dieſelbe im Verborgenen durchdringt und Leben in ihr weckt. — Aber noch eine Glut hat der Schöpfer in des Menſchen Bruſt gelegt, es iſt die Wärme der Liebe zum Schöpfer ſelbſt und zu ſeinem göttlichen Sohne und es iſt die chriſtliche Liebe der Menſchen gegeneinander; ohne Liebe zum allbarmherzigen Schöpfer und zum Heilande, der die Menſchen zum Himmel führen will, und ohne die Liebe zu den Mitmenſchen iſt der Menſch von unheiliger Erkaltung ergriffen, ein nutzloſes Geſchöpf. Wer von der chriſtlichen Liebe nicht durchdrungen iſt, in dem erſtirbt der Glaube und die Tugend. Wer aber von warmer Liebe zu Gott und zu den

Menſchen durchdrungen iſt, der reift zu höherer Vollkommenheit heran; aus der Liebe zu Gott und den Menſchen quillt Seligkeit. —

Neunter Abſchnitt.

Von der Electrizität und dem Magnetismus.

Während man Licht und Wärme als unwägbare Stoffe anſieht, betrachtet man die Electrizität und den Magnetismus als geheimwirkende Kräfte oder Thätigkeiten (Agentien), indem ihre Körperlichkeit auf keine Weiſe nachgewieſen werden kann, und man ihre Wirkungen nur aus beſtimmten Erſcheinungen folgert. Gleichwohl ſcheinen ſie nun gänzlich beide ein und dieſelbe Kraft zu ſein, oder ſie ſtehen doch in ſo enger Verwandtſchaft, daß ſie einander gegenſeitig bedingen. In vielen Erſcheinungen ſtimmen beide Kräfte überein, in andern ſind ſie verſchieden, vorzüglich ſtehen ſie in fortwährender gegenſeitiger Wechſelwirkung, indem man bald durch Electrizität Magnetismus, bald durch Magnetismus Electrizität, durch Wärme aber beides erzeugen kann. Dieſe Erzeugungsarten nennt man Magnetoelectrizität und Electromagnetismus, ſo wie Thermoelectrizität und Thermomagnetismus; von dieſen ſoll zuletzt die Rede ſein.

I. Die Electrizität.

1. Beſchaffenheit und Weſen derſelben.

Unter Electrizität denken wir uns den Inbegriff von electriſchen Erſcheinungen, oder die Urſache derſelben oder den Zuſtand, in Folge deſſen ein Körper elektriſch iſt. Weil man electriſche Erſcheinungen zuerſt am Bernſtein (electron) wahrnahm, gab man der Sache dieſe Benennung. Die Erde iſt der Hauptträger und Hauptanſammler der Electrizität und die Luft iſt das Hauptbereich ihrer Entwickelung. Die electriſchen Erſcheinungen an den Körpern ſind dreifacher Art, nämlich: 1) ein elect. Körper zieht kleine Körperchen an und ſtößt ſie ab; 2) nähert man ihm einen andern Körper (einen Finger oder Metalldraht), ſo ſprüht ein leuchtender Funke, der electriſche Funke genannt, heraus; 3) beim Springen des Funkens iſt ein Kniſtern hörbar. Bei ſtark elektriſchen Körpern ſpürt man einen Phosphor- und Schwefel-Geruch und den elektriſchen Strom, der, wenn man dem electriſchen Körper die Hand oder das Geſicht nähert, das Gefühl veranlaßt, als würde ein Spinnennetz über den genäherten Theil gezogen. In Folge der

letzteren Erſcheinung nennt man die Electrizität das electriſche Fluidum.

Benjamin Franklin ſtellte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zuerſt den Satz auf, daß die Electrizität in allen Körpern, beſonders aber in der Erde und in der Luft vorhanden ſei, ſo zwar, daß ſich ohne Veranlaſſung keine Erſcheinung an electriſchen Körpern zeige. Bei der Erregung der Electrizität, die, wie ſich bald ergeben wird, beſonders durch Reibung bewirkt wird, zeigen die Körper ein verſchiedenes Verhalten in der Art, wie ſie die Electrizität annehmen und feſthalten. Sie zerfallen in dieſer Rückſicht in Leiter, d. h. in ſolche, welche die Electrizität leicht annehmen und in ſich verbreiten und leicht an andere Körper abgeben, und in Nichtleiter, wozu die Körper gehören, welche die Electrizität ſchwer annehmen und nicht in ſich verbreiten, ſie aber auch nur an dem Punkte abgeben, welchem man ſie durch Berührung entzieht. Außerdem ſind andere Körper Halbleiter. Die Leiter ſind beſonders die Metalle; am ſtärkſten leitet Meſſing, Kohle, Waſſer, Pflanzen- und Thierſtoffe. Nichtleiter ſind Harz, Schwefel, Siegellack, Steine, Glas, beſonders Seide, Haare, Federn, trockene Luft. Halbleiter ſind Elfenbein, Holz, Papier, Marmor u. a.

Will man die Electrizität in einem Leiter zurückhalten, d. h. ſie hindern, in einen andern überzuſtrömen, ſo muß man dieſen Leiter durch einen Nichtleiter von andern Körpern trennen. Dieſer Leiter heißt in dieſem Falle iſolirt und wird auch dann ein Anſammler oder Conductor genannt, während der Nichtleiter der Iſolator heißt. Gewöhnlich braucht man die iſolirende Vorrichtung, wenn man die Electrizität hindern will, in die Erde, den Hauptleiter derſelben, zurückzuſtrömen; dazu braucht man das Iſolirgeſtell, den Iſolirſchemmel und Iſolirſtuhl; dies ſind Geſtelle mit kurzen Glasfüßen. Metallkörper, die man electriſch machen will, verſieht man mit gläſernen Handhaben. Durch Seide iſolirt man die Leiter, indem man ſie an ſeidenen Fäden frei aufhängt oder mit Seide umhüllt u. ſ. w. Noch muß bemerkt werden: die Electrizität haftet blos an der Oberfläche der Körper, nur in der Luft und im Waſſer durchdringt ſie die Maſſe und zeigt ſich, ſobald ſie angeregt wird, durch ein ziemlich weites Bereich wirkſam.

2. Arten der Electrizität, ſo wie Erregung und Entladung derſelben.

Die Electrizität der Körper iſt entweder urſprünglich, wenn ſie unmittelbar in ihnen angeregt wird, oder mitgetheilt, wenn ſie von außen in ſie übergeht. Erregt wird die Electrizität theils durch Reiben der Körper, theils durch Berührung gewiſſer Körper unter einander,

theils durch Mittheilung und endlich durch Erwärmung. Eine Siegellack-, Harz-, Glasſtange auf einem ſeidenen oder wollenen Tuche gerieben wird electriſch; Stangenſchwefel wird es durch die Wärme der Hand; ſeidene Kleider werden electriſch durch die Körperwärme, ſchwarzes Haar von Menſchen und Thieren wird electriſch durch Streichen; Katzenbälge werden es durch Erwärmung, Siegellack, Chokolade durch Schmelzen, Metallſtangen durch Reiben, wobei ſie durch gläſerne Handhaben iſolirt ſein müſſen. Endlich eine Zink- und eine Kupferplatte, oder eine Zink- und eine Silberplatte werden bei der Berührung electriſch. Die beiden Hauptweiſen, Eelctrizität zu erregen, ſind demnach die Reibung und die Berührung der letzt bezeichneten Platten und man unterſcheidet daher Reibe- oder Frictions-Electrizität und Berührungs-Electrizität oder Galvaniſche Electrizität. Dieſe beiden ſind, wie durch die Art der Erregung, ſo durch die Entwickelung ihrer Erſcheinungen etwas verſchieden. Bei der Erzeugung der Reibe-Electrizität nennt man die reibenden Gegenſtände die Reiber oder Reibzeuge, und ſind als ſolche Leder, Fuchs-, Haſen-, Katzenbälge, Tuchlappen, Seidenflecke am geeignetſten; bei der galvaniſchen Electrizität heißen die anregenden Körper die Erreger. Dieſe ſind vornehmlich Metalle, als Zink und Kupfer, Zink und Silber, feſte Körper und Flüſſigkeiten und dergl. Die galvaniſche Electrizität oder der Galvanismus hat ihren Namen von ihrem Entdecker, dem italieniſchen Naturforſcher Galvani.

Ein Haupt-Unterſchied, den man bei der Electrizität noch macht, beruht auf der entgegengeſetzten Erſcheinung bei zwei electriſchen Körpern; man unterſcheidet deshalb poſitive und negative Electrizität (+ E u. — E) oder poſitiv-electriſche und negativ-electriſche Körper. Dieſer Unterſchied tritt hervor, wenn man eine Siegellackſtange mit Wolle und eine Glasſtange mit Wolle reibt; es zeigt ſich nämlich, daß zwei Korkkügelchen beide an der Glasröhre oder beide an der Siegellackſtange electriſirt einander abſtoßen und einander anziehen, wenn das eine am Glaſe, das andere am Siegellack electriſirt wurde. Körper, welche das Verhalten des einen oder des andern der hiergenannten Körper zeigen, heißen alſo poſitiv- oder negativ-electriſch. — Bei der galvaniſchen Electrizität iſt der Zink ſtets negativ, das Kupfer oder Silber poſitiv. Endlich kann man noch natürliche oder Erd- und Luft-Electrizität und künſtliche d. h. künſtlich erregte Electrizität unterſcheiden. In der Erde ruht dieſelbe gleichſam oder erſcheint gebunden und alle künſtlich angeregte ſucht durch Leiter in die Erde zurückzukehren. Man kann hierbei als feſt annehmen, daß die in Köıpern angeregte Electrizität der der Erde entgegengeſetzt iſt. Die Ausgleichung dieſes Gegenſatzes hat einen Proceß zur Folge,

welcher vor ſich geht, ſobald ein electriſirter, aber zunächſt noch iſolirter Körper durch einen Leiter mit der Erde in leitende Verbindung geſetzt wird, dies iſt der Ausgleichungs- oder Entladungs- oder der Ausſtrömungsprozeß, gewöhnlich der electriſche Schlag genannt

Jeder electriſche Körper nämlich hat einen beſtimmten Umkreis oder Wirkungskreis für ſeine Electrizität, was man ſeine electriſche Atmosphäre oder auch ſeine Schlagweite nennt. Kommt nun irgend ein Körper einem andern ſtark electriſirten Körper bis auf ſeine Schlagweite nahe, ſo ſpringt das electriſche Fluidum unter Lichtentwickelung d. h. in einem Funken und unter Gekniſter aus einem Körper in den andern über und durch den, der mit der Erde verbunden iſt, geht die Ausgleichung der Erd- und künſtlichen Electrizität vor ſich. Daß der Ausgleichungsfunke zündet, wenn er auf leicht zündbare Gegenſtände trifft, wird ſich ſpäter ergeben. Kommt ein fremder Körper nicht in die Nähe eines electriſirten, ſo ſtrömt deſſen Electrizität allmälig aus und ſind ſcharfe Ecken und Spitzen an dieſem Körper, ſo zeigt ſich im Dunkeln der electriſche Strom an den Spitzen als ein mattblau flammender Lichtbüſchel. Dieſer Strom der Electrizität iſt ſelbſt im Stande, Bewegung hervorzubringen; ein vorgehaltenes Licht bläßt er aus.

Wenn ſich aus dem bisher Geſagten die Haupterſcheinung, nämlich die electriſche Entladung oder auch der electriſche Schlag erklärte, ſo muß zur Erklärung der Erſcheinungen des Anziehens und Abſtoßens und der Verbreitung der Electrizität einiges hinzugefügt werden. Ueber die ganze Wirkung der genannten Erſcheinungen gelten drei Geſetze: 1) gleichnamig electriſirte Körper ſtoßen einander ab; 2) ungleichnamig electriſirte Körper ziehen einander an und 3) jede Electrizität erzeugt in ihrer Umgebung die entgegengeſetzte. Auf dieſen Geſetzen beruhen die Erſcheinungen, die wir bald an den wichtigſten electriſchen Inſtrumenten zeigen werden, wie die Erſcheinungen, auf welche in der Atmosphäre die Zuſammenziehung der Gewitterwolken, ſo wie die Anziehung derſelben gegen hohe Gegenſtände, als Thurmſpitzen, Baumgipfel u. dergl. ſich gründen. — Zur Entwickelung aller electriſchen Erſcheinungen trägt die Wärme viel bei. —

3. Die electriſchen Inſtrumente.

Die Inſtrumente, die man bei Experimenten mit der Electrizität gebraucht, ſind entweder beſtimmt zur Erzeugung, oder zu Verſtärkung, oder zur Prüfung und Meſſung der Electrizität. Auch ſind die Inſtrumente und Maſchinen für die Reibe-Electrizität ganz verſchieden von denen für die galvaniſche Electrizität.

Das wichtigſte aller dieſer Inſtrumente iſt die Electriſirma-

ſchine, (Fig. 80.) die eine Scheiben- oder Cylinder-Maſchine ſein kann. Ein Geſtell, ein Reibepolſter, eine Scheibe oder ein Cylinder von Glas, darüber ein durch Glasſäulen iſolirter Hauptleiter oder Anſammler, gewöhnlich Conductor genannt, ſind die Haupttheile. Der Conductor iſt meiſt ein großer, hohler Blechkörper durch einen meſſingenen Arm mit dem Reiber verbunden. Otto von Guericke in Magdeburg erfand ſie um 1650; ſeine Hand gebrauchte er als Reibepolſter, eine Schwefelkugel war ſein Reiber. Dreht man an einer Maſchine den Reiber, ſo entſteht Reibe-Electrizität; dieſe geht durch Mittheilung in den Conductor und ſammelt ſich. Die Wirkſamkeit einer Electriſirmaſchine hängt ab von der Stärke der Reibung, von der Wärme und von der Menge der Umdrehungen; doch hat jede Maſchine ihr beſtimmtes Maaß von Electrizität und iſt ſie geſättiget, ſo nimmt ſie keine mehr auf, wie oft man auch drehen mag. Jede Maſchine hat auch ihre Schlagweite. Sehr große Maſchinen haben wohl eine Schlagweite von 6 — 10 — 15 — 20 Zoll und darüber.

Mittelſt der Electriſirmaſchine laſſen ſich viele intereſſante Verſuche anſtellen. Die Erſcheinungen des Anziehens und Abſtoßens zeigen ſich am intereſſanteſten am electriſchen Puppen- und Glockenſpiel. Die Lichtentwickelungen d. h. die electriſchen Funken kann man durch Berührung des Conductors mit dem Finger veranlaſſen; die Blitztafel und der Blitzſtab (jene iſt eine Glastafel mit Gold- und Silberpapier belegt, dieſer iſt ein Glasſtab mit Silberpapierſtreifen umwunden) zeigen die Blitzerſcheinung. Die electriſchen Lichtbüſchel ſieht man im Dunkeln auf einer am Conductor befeſtigten Metallſpitze; der Strom iſt ſo ſcharf, daß er eine Lichtflamme ausbläſt. Durch den electriſchen Funken der Electriſirmaſchine kann man Baumwolle, Harzſtaub, Spiritus, Schwefeläther und a. dergl. Brennſtoffe anzünden. Läßt man den Funken durch ein Kartenblatt ſchlagen, ſo hat die Oeffnung auf beiden Seiten erhabene Ränder. Man hat auch electriſche Zündmaſchinen und electriſche Piſtolen, welche letzteren jedoch keine wirklichen Schieß-Inſtrumente ſind. Der electriſche Strom bringt auch Bewegung hervor, was man am electriſchen Flugrade zeigen kann. Chemiſche und magnetiſche Wirkungen laſſen ſich ebenfalls durch die Electriſirmaſchine hervorrufen.

Die Electrizität einer Electriſirmaſchine kann bedeutend verſtärkt werden. Dies geſchieht durch die Leydener oder Kleiſt'ſche Flaſche (vom Domherrn Kleiſt in Kommin und dem niederländ. Phyſiker Muſchenbröck in Leyden zu gleicher Zeit 1745 erfunden) und durch die electriſche Batterie. Die Kleiſt'ſche Flaſche (Fig. 81.) iſt eine Glaskrauſe, von außen und innen mit Stanniolpapier bis nahe an den oberſten Rand belegt, was man den äußern und innern Beleg nennt; aus der Mitte ragt ein Drath, der oben über die Oeff-

nung emporragend in einer Kugel endigt. Die Batterie (Fig. 82.) beſteht aus mehreren Flaſchen, welche äußerlich und innerlich durch Leitungsdrähte verbunden ſind. Mit der einzelnen Flaſche wie mit der Batterie muß der Conduktor durch eine Leitungskette in Verbindung gebracht werden. Im innern Belege ſammelt ſich die Electrizität der Maſchine, während der äußere Beleg Erdelectrizität hat. Durch das Einſtrömen der Electrizität in die Flaſche oder Batterie werden dieſe, wie man zu ſagen pflegt, geladen. Bringt man den innern und äußern Beleg durch einen Leiter in Verbindung, ſo entladet ſich die Flaſche oder Batterie. Will man nicht ſelbſt den Schlag aufnehmen, ſo dient dazu der allgemeine Auslader (Fig. 83.) ein doppelarmiger Draht an einer Handhabe; der eine Arm wird dem innern, der andere dem äußern Belege zugleich genähert. Der Schlag der Batterie läßt ſich ſehr verſtärken; ein ſchwächlicher Menſch kann von einer mäßig großen Maſchine durch einen Schlag mit der Batterie betäubt werden.

Ein weniger wichtiges elektriſches Inſtrument iſt der Electrophor oder Electrizitätsträger. Er beſteht aus einer Blechſchüſſel, die mit einem Harzkuchen ausgefüllt iſt; ein Blechdeckel an ſeidenen Schnüren wird, wenn der Harzkuchen mit einem Fuchsſchwanze gepeitſcht worden iſt, darauf geſetzt und bringt man beide Ränder der Bleche in leitende Verbindung, ſo ſpringt ein Funke; es iſt ein ſolcher Electrophor nichts anders als eine Kleiſtſche Flaſche; das untere Blech iſt der äußere, das obere Blech der innere Beleg und man kann mit dieſem Electrophor ſelbſt die Flaſche laden. Andere Inſtrumente ſind noch der Electrizitätsmeſſer oder Electrometer, und der Electrizitätsprober oder das Electroſcop. Die Electrizität läßt ſich in ihrer jedesmaligen Stärke ungefähr beurtheilen, wenn man im elektriſchen Bereiche, ſei es am Conduktor der Electriſirmaſchine oder bei Gewittern in der freien Luft, zwei Korkkügelchen an Fäden neben einander aufhängt; je weiter ſie durch gegenſeitige Abſtoßung aus einander gehen, deſto mehr iſt Elektrizität vorhanden.

Bei der Galvaniſchen oder Berührungs-Electrizität ſind die Inſtrumente ſehr verſchieden von denen für die Reibe-Electrizität. Der einfachſte Apparat iſt das Voltaſche Plattenpaar. Verbindet man nämlich eine Zinkplatte und eine Kupferplatte durch eine Flüſſigkeit, etwa Salzauflöſung oder Salzſäuere oder durch ein mit ſolchen Subſtanzen getränktes Tuchläppchen, welches dann der Zwiſchenkörper heißt, ſo nennt man dieß das Voltaſche Plattenpaar oder die Voltaſche Kette (von Volta 1791 zuerſt zuſammengeſetzt); an jeder Platte muß aber zugleich ein Draht angebracht ſein und werden dieſe Drähte in Berührung gebracht, ſo zeigt ſich die Electrizität

wirkſam und die Kette heißt geſchloſſen, im engegengeſetzten Falle heißt ſie offen. Die Kupferplatte oder ihr Draht als ihre Verlängerung heißt der Kupferpol, die Zinkplatte und ihre Draht der Zinkpol, der letzte hat + E, der erſtere ſtets — E.

Die Galvaniſche Electrizität läßt ſich ebenfalls verſtärken und zwar durch die Galvaniſche Batterie. Es giebt jetzt 3 Arten ſolcher Batterien: 1) die Voltaſche Säule (**Fig. 84.**) auch der Säulen-Apparat oder die Säulenbatterie genannt; ſie entſteht, wenn man viele Plattenpaare übereinander legt. 2) Oerſted's Trog-Apparat (**Fig. 85.**) oder die Trogbatterie, wo die Plattenpaare in einem Kaſten nebeneinander ſtehen und gewöhnlich ſehr groß ſind. 3) Hare's Becher-Apparat (**Fig. 86.**) oder Becherbatterie auch der Deflagator genannt; er beſteht aus einem ſpiralförmig in einander gewundenen großen Plattenpaare, das in einem runden Gefäße ſteht. Salzwaſſer oder Salzſäure vertreten bei den letzteren beiden Arten den Zwiſchenkörper. An allen dieſen Inſtrumenten laſſen ſich die Erſcheinungen der Galvaniſchen Electrizität entwickeln. Es findet das Anziehen und Abſtoßen ſtatt; nähert man die Spitzen der Drähte einander, ſo ſpringt ein ſtarker Funke; wird an jedes Drahtende eine zugeſpitzte buchene Kohle geſpickt, ſo glühen die Kohlen bei der Annäherung oft mit unerträglich ſcharfem Lichte. Metalle, Quarz und Kalk können durch dieſen elektriſchen Strom glühend gemacht und geſchmolzen werden. Der Zinkpol + E ändert die Farbe der Pflanzenſäfte, der Kupferpol — E ſtellt ſie her. Durch die Galvaniſche Batterie werden Flüſſigkeiten zerſetzt, beſonders kann man durch ſie das Waſſer in ſeine Beſtandtheile Waſſerſtoff und Sauerſtoff auflöſen; abgeſchnittene thieriſche Gliedmaßen werden durch die Berührung mit den Drähten in Zuckungen geſetzt u. ſ. w.

Da die Metallplatten der Batterien durch die Salzauflöſung oxydiren und dann die Wirkung hindern, ſo hat man in neueſter Zeit ſogenannte trockene Säulen aus einigen tauſend Gold- und Silber-Papierblättchen zuſammengeſetzt, welche ganz dieſelbe Wirkung hervorbringen. Die Blätterpaare werden ſo gelegt, daß der Gold- und Silbergrund an einander kommen.

4) Einwirkung der Electrizität auf den menſchlichen Körper.

Der menſchliche Körper iſt ein guter Electrizitätsleiter. Auch in ihm muß die Electrizität wie in jedem andern Körper gedacht werden; offenbar hat er Erdelectrizität. Es kann in ihm die künſtliche hervorgerufen werden, wenn er ſich auf den Iſolirſtuhl ſetzt und die Hand an den Conduktor der in Bewegung ſtehenden Elektriſirmaſchine legt, oder den Leitungsdraht in die Hand nimmt. In Folge der Anziehung und Abſtoßung werden bei ſolchem Verhalten eines Menſchen

die Haare ſich ſträuben und nähert eine andere Perſon ihm den Finger, ſo ſpringt ein Funke aus ihm; giebt man ihm einen Blechlöffel mit etwas erwärmtem Spiritus oder Schwefeläther in die Hand und berührt man dann die Flüſſigkeit mit dem Finger, ſo entzündet ſich an dem herausſpringenden Funken die Flüſſigkeit. Der von uns am Conduktor oder am iſolirten Körper oder aus den Galvaniſchen Polen gezogene Funke erregt ein Zwicken in dem Theile, der den Funken erhält. Wenn wir jedoch die electriſche Flaſche mit unſern Händen entladen, indem wir die eine Hand an den äußern Beleg bringen und die Kugel des Drahtes des innern Beleges mit der andern Hand berühren, ſo erhalten wir beim Springen des Funkens eine Zuckung durch den ganzen Körper. Viele Menſchen durch die Hände zu einer Kette verbunden erhalten zu gleicher Zeit die Erſchütterung, wenn der erſte den äußern Beleg anfaßt, der letzte die Kugel des innern Belegs berührt. Der auf ſolche Weiſe erfolgte Schlag iſt das im Kleinen, was der Blitz im Großen iſt, welcher letztere aber mit der großen Maſſe von Elektrizität alle diejenigen Gegenſtände, die ihm zum Leiter dienen, wie Bäume, Thurmſpitzen, ſelbſt Menſchen u. a. zerſtört und vernichtet.

Bei der Galvaniſchen Electrizität iſt die Wirkung auf unſern Körper anders. Bringt man die Zink- und Kupferplatten an die Zunge, ſo daß die Platten ſich berühren, ſo hat man einen ſäuerlichen und laugenhaften Geſchmack; ein Zinkſtäbchen an das der linken und ein Kupferſtäbchen an das der rechten Seite des obern Zahnfleiſches gehalten, veranlaſſen bei Berührung der entgegengeſetzten Enden der Stäbchen eine Lichterſcheinung in unſern Augen. Nimmt man die beiden Verbindungsdrähte der Batterie in die Hände und nähert ſie einander, ſo entſteht keine plötzliche Zuckung, ſondern ein dauerndes Ziehen und Zwicken in den Händen und Armgelenken, welches um ſo ſtärker iſt, wenn man die Hände naß macht.

Die Elektrizität durch die Electriſirmaſchine oder durch die Galvaniſchen Inſtrumente erzeugt iſt ein mediciniſches Heilmittel, beſonders gegen gichtiſche Lähmungen und Schlaganfälle. Es ſind dabei einige beſondere Vorrichtungen nöthig, jenachdem die Lähmung an einem Schenkel oder an den Gehörs-, Geſichtswerkzeugen haften. Die Maſchinen ſind für dieſen Zweck beſonders eingerichtet, und der Kranke ſitzt beim Electriſirgeſchäft des Arztes auf dem Iſolirſtuhle.

Mit der Galvaniſchen Electrizität hat man häufige Verſuche an menſchlichen und thieriſchen Körpern angeſtellt. An Froſchſchenkeln wurde z. B. überhaupt dieſe Electrizität von Galvani entdeckt. Intereſſante Verſuche nahm man mit ſtarken Säulen am menſchlichen Körper vor. Die Applikation der Drähte aus Rückenmark oder Gehirn, an die Nerven und andere empfindliche Theile veranlaßt wich-

tige Erſcheinungen. Starke Wirkungen erzeugen Schläfrigkeit und Mattigkeit, ſtarken Reiz zur Uebelkeit und zu Abſonderungen nach unten, Athembeklemmungen, Mißmuth, Schlaf und unruhige Träume, allgemeines Uebelbefinden; nur wenn man den + Pol an die Füße, den — Pol an den Rückgrad legt, verwandelt ſich das Uebelbefinden in Behaglichkeit, der Mißmuth in Behaglichkeit u. ſ. w. Ein Naturforſcher ſtellte Verſuche mit einer Leiche an; ſie waren höchſt merkwürdig. Bald wurden die Muskeln in krampfhafte Bewegung geſetzt, bald von einem allgemeinen Froſtſchauer geſchüttelt, die Glieder ſtreckten ſich aus, die Arme hoben ſich, die Finger bewegten ſich. Brachte man die Drähte mit den Zwergfells-Nerven in Verbindung, ſo entſtand ein ſchweres Athmen, Bruſt und Leib hoben und ſenkten ſich. Legte man die Drähte an die Kopfnerven, ſo geriethen die Muskeln des Geſichts in furchtbare Thätigkeit; Wuth Schrecken, Verzweiflung, Angſt, fürchterliches Lächeln drückte ſich nach einander auf dem Geſicht aus. Wer mag ergründen die verborgenen Tiefen dieſer electriſchen Naturkräfte? wer mag ſagen, wie unſere Lebenskraft und die Lebenskraft der ganzen organiſchen Natur damit in Verbindung ſtehe. Viele halten das ganze Nervenſyſtem des Körpers für einen Erregungs- und Circulations-Apparat der poſitiven Electrizität. Es iſt jedenfalls gewiß, daß auch die Electrizität ein faſt noch geheimnißvolleres Lebens-Element iſt als Wärme und Licht. Auch auf ihr ruht die Natur-Entwickelung und Entfaltung, auch ſie treibt die Pulſe des Lebens. Ihre verſtärkte Thätigkeit in der freien Natur giebt ſich in dem Gewitter und in andern Erſcheinungen kund, wovon ſpäter die Rede ſein wird.

Sehr merkwürdig iſt die Eigenthümlichkeit einiger Fiſche, welche electriſche Schläge geben, ſowie ihnen ein anderes Thier oder ein Menſch nahe kommt. Es ſind dies beſonders der Zitteraal, der Zitterroche, der Zitterwels. Berührt man ſie, ſo geben ſie ſo lange Schläge, bis ſie ganz geſchwächt ſind und oft abſterben. Viele Schläge ſolcher Fiſche gegen ein anderes Thier können dieſes tödten. Die Fiſche haben an den Seiten unter der Haut eine Reihe von faſerigen Zellen mit einer gallertartigen Flüſſigkeit; dieſe hält man für die an ihnen wirkſamen Electrizitäts-Apparate, da ſie bei den Schlägen am ſtärkſten in Thätigkeit ſind.

II. Der Magnetismus.

1) Weſen des Magnetismus, magnetiſche Körper oder Magnete.

Solche Eiſenkörper, die anderes Eiſen oder eiſenhaltige Körper anziehen und feſthalten, oder freiſchwebend ihre beiden Enden nach Nor-

den und Süden kehren, heißen, Magnete. Magnetismus bezeichnet daher der Inbegriff aller magnetiſchen Erſcheinungen oder die Urſache in den Magneten, wodurch ſie magnetiſche Erſcheinungen zeigen, d. h. die von den Phyſikern angenommene magnetiſche Materie oder magnetiſche Kraft. Von der Stadt Magneſia in Kleinaſien, wo im Alterthume das aſchgraue oder ſchwärzliche Eiſenerz, das dieſe Erſcheinungen zeigte, zuerſt gefunden wurde, erhielt dieſes Eiſen ſeinen Namen. Im Harz, im ſächſiſchen Erzgebirge und in andern Gegenden findet man dieſen Eiſenſtein, er wird jedoch erſt wirkſam, wenn er einige Stunden an der Luft außerhalb des Schachtes geweſen iſt. Die Stücken dieſes Eiſenſteines ſind in dieſer Rückſicht natürliche Magnete im Gegenſatze zu den künſtlichen Magneten d. h. zu ſolchen Eiſenkörpern, welche erſt durch Streichen an andern Magneten magnetiſch wirkſam gemacht ſind. Die künſtlichen Magnete (Fig. 87.) haben gewöhnlich die Form von Stäben, Hufeiſen, Pfeilen, Zinken. Die Erde gilt auch hier als Hauptträger des Magnetismus und man ſagt in ſofern: die Erde iſt der Hauptmagnet. Die beiden Enden eines Magnetes nennt man ſeine Pole und dieſe ſind bei der Erde die Pole, nämlich der Nordpol und der Südpol. An künſtlichen Magneten iſt ſtets der eine Pol und zwar der Nordpol mit einem Zeichen N oder .·. oder 0 verſehen. Einen jeden Magnet muß man möglichſt beſchäftigen d. h. man muß ihm ſo viel zu tragen geben, als er nur trägt. Gewöhnlich hat man bei den Hufeiſen-Magneten ein kleines Eiſen, welches man an beide Enden anlegt und an das man etwa die Gewichte oder Laſten hängt. Die Pole des Magnetes heißen dann geſchloſſen und der Magnet ſelbſt heißt armirt oder bewaffnet. Setzt man mehrere Hufeiſen oder Stab-Magnete durch Schrauben an einander, ſo entſteht eine magnetiſche Batterie d. h. ein verſtärkt wirkender Magnet. Erhalten und verſtärkt wird die Kraft eines Magnets, wenn man ihn beſchäftiget; Roſt, heftiger Schlag und Stoß, Hitze und Kälte ſchwächen den Magnet.

2) Die magnetiſche Anziehung und Abſtoßung.

In einem jeden Magnete iſt die magnetiſche Kraft ſo vertheilt, daß die Enden am ſtärkſten anziehen, und nach der Mitte zu die Anziehung abnimmt, wobei in der Mitte ein Punkt bleibt, der gar nicht anzieht und daher der Indifferenzpunkt heißt. Die beiden Enden zeigen aber außerdem eine entgegengeſetzte Wirkſamkeit und man nimmt deshalb auch einen doppelten und zwar einen poſitiven (+M.) und einen negativen (—M.) Magnetismus an. Die beiden Enden oder Pole heißen daher auch die entgegengeſetzten Pole und verhalten ſich an zwei Magneten als feindliche Pole oder als freund-

liche. Ueber die Anziehung der Magnete gilt als Hauptgeſetz: gleichnamige Pole der Magnete ſtoßen ſich ab, ungleichnamige ziehen ſich an. Die Anziehungskraft eines jeden Magnetes wirkt auf das Eiſen ſchon in einer gewiſſen Entfernung; ebenſo wirkt ſie im luftleeren wie im lufterfüllten Raume gleich ſtark; wunderbarer iſt aber dieſe Kraft noch dadurch, daß ſie auch durch Holz, Glas, Pappe, Hornplatten, durch die Wände thönerner Gefäße, durch und im Waſſer, ſelbſt durch Metallplatten wirkt. Ebenſo eigenthümlich iſt es, daß die magnetiſche Kraft eine gewiſſe Strömung hat. Legt man auf einen Magnet einen Bogen Papier und ſtreut Eiſenfeilſpähne darauf, ſo bilden ſich ſtrahlenförmige bald runde, bald ovale Figuren um die Magnetenden; beſtreicht man vorher den Bogen mit aufgelöſtem Gummi arabicum, ſo hängen die Eiſenfeilſpähne an und es entſtehen bleibende Figuren, die äußerſt mannigfach und intereſſant ſind. Ganz aus demſelben Grunde wie ſich die magnetiſchen Figuren bilden, ſetzen ſich Feilſpähne haarbüſchelförmig an.

Auf dem magnetiſchen Anziehen und Abſtoßen beruhen die Erſcheinungen an der Magnetnadel, wovon nachher die Rede ſein wird, und außerdem kann man durch das Anziehen der Magnete vielerlei Verſuche machen. Man hat magnetiſche Vögel und Fiſche, magnetiſche Schiffchen, magnetiſche Spielzeuge aller Art. Die Taſchenſpieler haben in ihrem Zauberſtäbchen, in ihren Kleidern und Apparaten verſteckte Magnete, womit ſie mancherlei Kunſtſtücke ausführen. Aus einem Gemenge von Metallſpähnen kann man durch einen Magnet die Eiſenſpähne herausleſen. In Nadelfabriken bringt man ableitende Magnete an, damit ſie die feine ſtaubartige Eiſenfeile, die beim Poliren der Nadeln abgeht und den Augen und den Lungen der Arbeiter ſehr nachtheilig iſt, an ſich ziehen.

3) Erzeugung des Magnetismus und Anfertigung künſtlicher Magnete.

In jedem Eiſenſtabe oder Eiſenkörper kann man die magnetiſche Wirkſamkeit hervorrufen. Man denkt ſich in jedem Eiſen Magnetismus vorhanden, aber im gebundenen Zuſtande und ſo wie ein Anregungsmittel die Kraft weckt, ſo ſtrömt jeder ſowohl + M. als — M. nach erfolgter Sonderung gegen das eine der beiden Enden. Harter Stahl nimmt ſchwer, weiches Eiſen leicht dieſe Wirkſamkeit an. Sie kann nun in jedem Eiſen auf zwei Arten hervorgerufen werden. Entweder wird ſie nicht magnetiſchem Eiſen gegeben durch Mittheilung von Seiten eines Magnetes, oder ein Eiſenkörper kann magnetiſch werden durch andere Erzeugungsmittel. Bei der Mittheilung wird im Eiſenkörper nach dem Geſetz, daß jeder Magnetismus in ſeiner Umgebung den entgegengeſetzten erzeugt, durch Berührung mit einem Magnete von

ſelbſt magnetiſch. Faßt man eine Nähnadel an einem Magnet und legt andere Nähnadeln nach einander immer an die vorhergehende, ſo wird die ganze Reihe an einander hängen bleiben, indem in jeder Nadel ſogleich bei der Berührung die magnetiſche Wirkſamkeit angeregt wird. Um ſo ſtärker wird aber ein Eiſen magnetiſch, wenn es mit einem andern geſtrichen wird. Beim Streichen muß man ſo verfahren: Man ſtreicht von der Mitte des Eiſenkörpers nach den Enden oder man ſtreicht von einem Ende zum andern, indem man bei jedem neuen Striche den Magnet umwendet. Man kann auf ſolche Weiſe jede Näh- und Stricknadel, jedes Meſſer, jeden Eiſenſtab magnetiſch machen. Jeder Magnet nimmt übrigens nur ein beſtimmtes Maaß von magnetiſcher Kraft an, und das allzuoftmalige Streichen iſt überflüſſig. Die Eiſenkörper werden jedoch auch oft noch auf andere Art magnetiſch. Spitzige Eiſenſtäbe ſenkrecht in die Erde geſteckt, mit der Spitze nach oben gekehrt, werden durch die Reibung der Luft magnetiſch. Ein Stab mit einiger Heftigkeit gegen die Erde geſtoßen wird magnetiſch; ebenſo werden Bohrer, Feilen durch die Reibung beim Bohren und Feilen ſtark magnetiſch u. ſ. w. Von der Erregung der magnetiſchen Thätigkeit in andern Metallen z. B. durch ungleiche Erwärmung, durch Electrizität iſt ſpäter zu ſprechen.

4) Der Erdmagnetismus und die Magnetnadel.

Die Erde als Hauptmagnet enthält in ſich den Magnetismus ſo vertheilt, daß die Kraft nach den beiden Polen zu wirkt. Die Erde iſt aber im Verhältniß zu ihrer Größe nur ein ſchwacher Magnet und der Erdmagnetismus ändert ſeine Wirkſamkeit mit dem Wechſel der Erdtemperatur, der Witterung, der Lufteindrücke. Auf der Wirkſamkeit des Erdmagnetismus beruht das Geſetz, daß jeder freiſchwebende Magnet eine beſtimmte Lage annimmt d. h. mit dem einen Pole ſich dem Norden, mit dem andern dem Süden der Erde zukehrt. Man nennt einen ſolchen freiſchwebenden Magnet eine Magnetnadel; es iſt (**Fig. 88.**) gewöhnlich ein pfeilförmiges oder nach beiden Enden zugeſpitztes Magnetſtäbchen, das im Mittelpunkt entweder auf einem Stifte ruht, oder aufgehängt iſt. Aus dem Geſetz der Anziehung und Abſtoßung muß man annehmen, daß jede Magnetnadel den freundlichen Pol nach dem freundlichen kehrt, deshalb muß in dem nach Norden gekehrten Pole der Magnetnadel ſtets Südmagnetismus ſein. Dieſer natürlichen Vorausſetzung zuwider nimmt man jedoch jetzt allgemein den nach Norden gekehrten Pol der Magnetnadel ebenfalls als Nordpol und den andern als Südpol an.

Die Magnetnadeln weiſen nur in wenigen Gegenden der Erde genau nach den bei den Polen, in den meiſten Gegenden weichen ſie etwas

von dieſer geraden Linie ab und zeigen mit den Enden oft ziemlich weit neben die Pole. Man nennt dieß die Abweichung oder Deklination der Magnetnadel. Dieſe Abweichung beträgt in unſern Gegenden etwa 15° weſtlich; die jedesmalige Richtung der Magnetnadel nennt man ſeine magnetiſche Nordlinie. Merkwürdig iſt es, daß dieſe abweichende Stellung ſich mit der Zeit ſehr ändert, ſie nimmt bald ab, bald zu. So war 1666 in Deutſchland öſtliche Abweichung. Ebenſo findet ein Schwanken ſtündlich, täglich, mit den Jahreszeiten, ſelbſt mit den Tageszeiten ſtatt. Plötzliche Aenderungen treten ein bei Gewittern, Erdbeben, vulkaniſchen Ausbrüchen und andern ähnlichen Naturereigniſſen.

Außer der Inklination iſt die Neigung oder Inclination der Magnetnadel wichtig. Die Magnetnadel neigt ſich nämlich freiſchwebend ſtets mit dem nach Norden gerichteten Arme gegen den Boden; man denkt ſich daher die magnetiſche Materie im Nordpole der Erde ſtärker angehäuft als im Südpole; will man die Magnetnadel in horizontaler Stellung erhalten, ſo muß der Südpol etwas Uebergewicht haben. Es kommt auch bei der Magnetnadel noch die Abirrung oder Ablenkung vor, wenn etwa Eiſenſachen in ihrer Umgebung ſind, was bei genauen Beobachtungen ſehr beachtet werden muß, weil es ſonſt zu großen Irrthümern veranlaßt.

Die Magnetnadel dient vorzüglich dazu, daß man ſich in jedem Raume, an jedem Orte ſogleich orientiren d. h. in den Weltgegenden zurechtfinden kann. Ihre wichtigſte Anwendung findet ſie bei dem Kompaß oder der Bouſſole. Der Kompaß (Fig. 89.) beſteht aus einem runden Käſtchen oder Behältniß mit einer Magnetnadel unter welcher eine Windroſe iſt, auf der die wirklichen Weltgegenden und die magnetiſche Nordlinie verzeichnet ſind. Steht die Nadel über der letzteren, ſo geben die Hauptlinien der Windroſe die Weltgegenden an. Den Kompaß brauchen die Landmeſſer, beſonders aber iſt er das unentbehrlichſte Inſtrument auf den Schiffen. Die Schiffs-Kompaſſe haben noch mancherlei mathemetiſch-phyſikaliſche Vorrichtungen zur Vervollkommnung der Beobachtungen; auch hängt das Behältniß in einer Ring- oder Rollampe, damit ſie immer horizontal bleibt und ſie iſt mit einem eiſernen Ringe umgeben, der die Abirrung wegen des an den Schiffen befindlichen Eiſenzeuges neutraliſirt. Außer dem Kompaß hat man magnetiſche Sonnenuhren.

5. Magnetiſche Einwirkungen auf die Naturkörper.

Ueber die Einwirkungen des Magnetismus in dem Naturleben iſt man nicht einig. Offenbar hat auch dieſer ſeinen Antheil in dem geheimen Schöpfungsbereiche, wo alle Naturkräfte zur Mitwirkung beſtimmt ſind, und wenn auch dieſe Kraft vorzüglich eine im Metall

wirkſame iſt, ſo läßt ſich doch nicht leugnen, daß ſie auch in andern Körpern da ſein dürfte, ohne daß wir ihre Thätigkeit wahrnehmen. Welche Beſtimmung und welchen Zweck die magnetiſche Kraft haben mag und wie ſie auf die Naturkörper zu wirken hat, iſt noch nicht ausgemacht. Wir haben wenigſtens zur Zeit über ſolche Wirkungen keine Gewißheit, wenn wir auch manches vermuthen. So vermuthet man in dem Falle eine magnetiſche oder electriſch-magnetiſche Wirkung, wo man bei Thieren und Menſchen durch ſanfte Berührung und Streicheln Wohlbehagen und zugleich Schläfrigkeit hervorruft. Wir ſtreicheln Thiere, um ſie bald zu beſänftigen, bald zuthätig, willfährig und zahm zu machen. Auch Menſchen beſänftiget man durch Streicheln und iſt beſonders der Kopf für ſolche Einwirkungen empfänglich. Aber noch geheimnißvollere Erſcheinungen hat man mit magnetiſchen Wirkungen in Verbindung gebracht. Man vermuthet nämlich, daß darauf gewiſſe Nervenaffectionen und eine beſonders an nervenſchwachen Perſonen vorkommende Krankheit beruhe, nämlich der magnetiſche Schlaf oder der Somnambulismus. In dieſem Zuſtande, der an Frauen am häufigſten iſt, findet an ſolchen Perſonen das magnetiſche Hellſehen ſtatt, wo ſie durch Sprechen im Schlafe nicht nur die Zukunft vorherſagen, ſondern andere Geheimniſſe aufdecken, oft in Sprachen reden, die ſie niemals gelernt haben, und im wachen Zuſtande eben ſowenig ſprechen; den Perſonen, mit welchen die magnetiſche Hellſeherin in körperliche Berührung ſteht, entdeckt ſie ihre Krankheiten und giebt die Mittel an zu deren Heilung. In dieſen Geheimniſſen der Natur iſt der menſchliche Forſchergeiſt noch ſo gut wie unbekannt. Eine andere Erſcheinung hat man ebenfalls als eine Folge der magnetiſchen Wirkſamkeit anzunehmen ſich veranlaßt geſehen. Wenn man nämlich hohe Berge auf der Nordhälfte der Erde beſteigt, ſo treibt das Blut ſtark nach dem Kopfe und dringt wohl zu den Poren, zu Mund, Naſe, Ohren allgemach heraus; dagegen beim Beſteigen hoher Berge auf der ſüdlichen Erdhälfte iſt es umgekehrt, das Blut treibt nach den Füßen und Unterbeinen, welche ſtark anſchwellen und das Steigen ungemein erſchweren. Der magnetiſche Strom ſoll dieſe Wirkung hervorbringen.

III. Von der Magneto-Electrizität, dem Electro-Magnetismus, der Thermo-Electrizität und dem Thermo-Magnetismus.

Daß Electrizität und Magnetismus mit einander in enger Verbindung ſtehen und wiederum beide mit dem Wärme-Element ſehr

verwandt ſind, wurde ſchon immer behauptet, aber erſt ſeit 1820 entdeckte man mit größerer Beſtimmtheit die Wechſelwirkungen und bezeichnete mit den überſchriebenen Benennungen die dahin gehörigen Phänomene; gleichwohl liegt dabei noch gar vieles in ſeiner Kindheit und es ſollen nur einige Hauptſachen angeführt werden.

1) Der Electro-Magnetismus. Durch Electrizität werden magnetiſche Erſcheinungen angeregt. Die Leitungsdrahte der Galvaniſchen Batterie ſetzen die Magnetnadel in Bewegung und bringen ſie zur Abweichung und Senkung, je nachdem über oder unter oder neben derſelben die Drähte hinlaufen. Man nimmt an, daß die electriſche Strömung dieſer Dräthe die Wirkungen auf die Nadel ausüben, welche Wirkungen man durch eine Vorrichtung, den Gyrotropen ändern d. h. umkehren kann. Die Abweichungen können zur völligen Rotation ausgedehnt werden. Die merkwürdigſte und überraſchendſte Erſcheinung iſt die, daß (**Fig 90**) ein mit einem Kupferdraht umwundenes Hufeiſen, mit dem man die Galvaniſchen Dräthe in Verbindung ſetzt, plötzlich ein Magnet mit 50—100—1000—2000 Pf. Tragkraft wird. Ueberhaupt zeigen die Leitungsdrähte alle Erſcheinungen der Magnete und bringen ſogar darnach eingerichtete Maſchinen in Bewegung. Es ſind ſchon Verſuche gemacht worden, dieſe Bewegkraft in Anwendung zu bringen, aber die Erfolge ſind bisher von geringer Bedeutung geweſen.

2) Die Magneto-Electrizität. Bringt man einen Magnet mit einem Ende in einen ſpiralförmig mit Draht umwundenen ſchwachen und hohlen Holz-Cylinder, ſo zeigt der mit dem Drahte verbundene Leitungsdraht der Voltaſchen-Säule electriſche Erſcheinungen. Funken, heftige Erſchütterungen, Schläge, Waſſerzerſetzung, Schmelzung des Platindrahtes ſind hierher gehörige Erſcheinungen. Es kann hierbei am Magnete Licht entwickelt werden. Alle Erſcheinungen laſſen ſich zeigen an der Magnetoelectriſchen Maſchine, die ſehr zuſammengeſetzt iſt. Man kann electriſche Bäder bereiten, wo das Waſſer, in welches die Drathe gelegt werden, fortgeſetzt electriſche Schläge giebt.

3) und 4) Die Thermo-Electrizität und der Thermo-Magnetismus. Zwei verſchiedene Metallſtäbe durch Zuſammenlöthen verbunden, zeigen, wenn der eine erwärmt, der andere abgekühlt wird, electriſche Strömungen, die Magnetismus bewirken. Solche Doppelſtäbe heißen eine thermoelectriſche Kette; aus mehreren entſteht eine thermoelectriſche Batterie, welche verſtärkte Erſcheinungen zeigt.

Aus den eben gemachten kurzen Betrachtungen ergiebt ſich ſchon, daß die zuletzt genannten Naturkräfte nicht für ſich allein da ſtehen, ſondern daß ſie mit dem eigentlichen electriſchen und magnetiſchen

Wirkungen in engem Zuſammenhange und auch mit der Wärme, welche die Entwickelung ihrer Thätigkeit fördert, in naher Verbindung ſtehen, wie man ſchon oft für Licht, Wärme, Electrizität und Magnetismus eine und dieſelbe Grundkraft hat vorausſetzen und ihre Erſcheinungen für bloße Veränderungen in der Wirkung der Grundkraft erklären wollen.

Zehnter Abſchnitt.

Von den Natur-Erſcheinungen im freien Himmels-Raume oder von den Meteoren.

Wir lernten bisher die feſten, flüſſigen, luftförmigen Maſſen, Licht, Wärme, Electrizität und Magnetismus ihrem Weſen nach, ſo wie die wichtigſten Geſetze, nach denen ſie wirken, und außerdem eine Menge der wichtigſten Apparate und Inſtrumente, die ſich in ihrer Zuſammenſetzung auf das Verhalten der Maſſen gründen, näher kennen; jetzt wollen wir auch einen Blick in den Haushalt der Natur, wie er ſich täglich vor unſern Augen im freien Himmelsraume darſtellt, werfen.

Alle Erſcheinungen im freien Himmelsraume beruhen vorzüglich auf der ſteten Zuſammenwirkung der Maſſen und auf ihrem Verhalten im Zuſtande der Ruhe und des Gleichgewichts oder der Thätigkeit und Bewegung, ſo wie auf der Einwirkung des Lichts, der Wärme, der Electrizität, das Magnetismus. Auch durchdringen ſich die Maſſen gegenſeitig in ihren Poren und verändern ihre Ge-Geſtalt und ihr Verhalten, ſind alſo wandelbar in Näſſe, Trockenheit, Licht, Verdunkelung, Verdichtung, Zerſetzung, Erwärmung, Erkaltung und Erſtarrung oder die Maſſen ſelbſt befinden ſich in den zahlloſen Uebergangsſtadien dieſer ihrer Zuſtände.

Dieſes Alles veranlaßt die unendliche Menge verſchiedener Erſcheinungen im freien Luftkreiſe auf der Erde, in ihren Tiefen und in den Wolkenhöhen und alle dieſe Naturwirkungen, die bald mehr bald weniger überraſchend und erſchütternd auf unſere Sinne wirken, ſind die Bedingung für ein organiſches Naturleben und ſind die ſichtbaren Aeußerungen, der ſchaffenden Elemente. Wir begreifen alle dieſe Erſcheinungen unter der Benennung Luft- oder Himmelserſcheinungen oder Meteore und in ſofern die Witterung durch ſie beſtimmt wird, Witterungs-Erſcheinungen und endlich weil ſie meiſtentheils im Dunſtkreiſe oder in der Atmosphäre vorgehen, heißen ſie auch atmosphäriſche Erſcheinungen. Man unterſcheidet gewöhnlich Wärme-Meteore, Luft-Meteore, Waſ-

ſer-Meteore, Licht-Meteore, electriſche und Feuer-Meteore. Die an den feſten Maſſen vorgehenden Meteore als etwa Brand-Erſcheinungen, Veränderungen durch Waſſer und Luft u. ſ. f. kommen als eine Folge der übrigen Meteore hier nicht weiter in Betracht.

1) Wärme-Meteore.

Die Wärme iſt hauptſächlich im Erdkörper vorhanden und ſtrömt aus ihm fortwährend dem Luftkreiſe zu. Nach zwei Hauptrichtungen aber nimmt die Wärme ab, nämlich von dem Erdäquator nach den Erdpolen und von den niedrigſten Stellen der Erdfläche nach der Höhe. In der erſtern Beziehung unterſcheidet man auf der ganzen Erdoberfläche 5 verſchiedene Erdgürtel oder Zonen mit beſtimmter Wärme-Temperatur und zwar 1) die heiße Zone zu beiden Seiten des Aequators; 2) die ſüdlich gemäßigte; die nördlich gemäßigte, 4 und 5, die ſüdliche und nördliche kalte oder Polarzone. Außerdem unterſcheidet man noch eine Anzahl von Wärme-Klimata, wo man für jede Gegend ein beſonderes annehmen kann. In Bezug auf die Abnahme der Wärme von unten nach oben denkt man ſich den größten Theil des Erdkörpers von einem Wärmeraume umgeben und dieſen nennt man die Wärmeregion der Erde. Die oberſte Grenze dieſer Wärmeregion, die unter dem Aequator etwa 15000′, bei uns etwa 6000′ hoch iſt, aber unter der Polarzone ſchon nicht mehr über die Erde erhoben iſt, nennt man die Schneegrenze und die darüber hinausliegende Region heißt die Schneeregion. Die in die Polarzone treffenden Länder haben daher größentheils ewigen Schnee, wie die in die Eisregion hineinragenden Berggipfel und Bergkämme mit ewigen Schnee bedeckt ſind.

Die Sonne macht in der Erde die Wärme rege, deshalb ſind die Wärme-Verhältniſſe der Jahres- und Tageszeiten von der Stellung der Sonne zur Erde abhängig und es findet eine immerwährende Abnahme oder Zunahme der Wärme oder Kälte ſtatt. Unter dem Aequator ſind die Abſtufungen und Gegenſetze ſtärker als anderswo, daher iſt dort den Tag über große Hitze, in der Nacht empfindliche Kälte. Die Wärme wirkt auf die Körpermaſſen nach den bekannten Geſetzen und daher iſt ſie die Urſache vieler Waſſer- und Luft-Meteore, fördert auch die Entwickelung der Electrizität. Das Steigen und Fallen der Wärmetemperatur wirkt vornehmlich auf die Dunſtentwickelung wie auf die Zuſammenziehung oder den Niederſchlag der Dünſte; deswegen iſt zuerſt in den warmen Erdſtrichen ſtärkere, in den kälteren ſchwächere Verdünſtung

und man unterſcheidet wiederum beſtimmte Niederſchlagsregionen. So gehören die Gegenden der heißen und zum Theil der gemäßigten Zonen der *Region des wäſſerigen Niederſchlages*, weil dort nur Regen fällt; weiter nach den Polen alſo z. B. bei uns iſt die *Region des veränderlichen Niederſchlages*, weil es im Sommer regnet, im Winter ſchneit, die Polargegenden gehören in die *Region des kalten Niederſchlages*, weil es dort nur ſchneit. Die Einwirkung der Wärme auf die Luft iſt nicht minder wichtig; aus den wärmeren Gegenden der Erde wehen wärmere, aus den kalten Gegenden rauhe Winde oder Luftſtröme. Das Entſtehen der Winde wird vorzüglich durch die Wärme bewirkt. Auf die Wärme haben aber umgekehrt ebenſo ſehr Näſſe, Luftzug mancherlei Einfluß und haben diejenigen Gegenden und Länder größere Wärme, die von Bergen umſchloſſen gegen die Winde geſichert ſind, oder wo die Sonnenſtrahlen beſſer Zutritt haben, daher ſind die Südlehnen der Gebirgsländer ſtets wärmer, die Nordlehnen kälter und rauher. Wenn ſich die Wärmematerie zu ſtark in der Athmosphäre anhäuft, ſo entſteht die *Schwüle* der Luft, die ermattend auf Menſchen, Thiere und Pflanzen einwirkt. Sie iſt gewöhnlich das Vorzeichen von Stürmen oder Gewittern. Wie die Wärme ein Lebens-Element für die Natur iſt, wurde ſchon oben geſagt.

2) Luft-Meteore.

Die *Luft* oder das *Luftmeer* umgiebt den Erdkörper überall in gleicher Höhe etwa 10—11 Meilen, und nimmt, wie bekannt, nach oben an Dichtigkeit ab, nach unten zu. Im Zuſtande des Gleichgewichts zeigt die Luft keine auffallende Erſcheinung. Wir bezeichnen den Ruheſtand des Luftmeeres als *Windſtille*. Tritt eine Störung des Gleichgewichts ein, was durch Wärme, Licht, Electrizität geſchehen kann, ſo drängen ſich die Luftmaſſen nach der Richtung, wo eine Verdünnung oder Zuſammenziehung ſtatt fand und es entſteht Luftbewegung, *Luftſtrömung* oder der *Wind*. Der Wind als Strömung des Luftmeeres iſt eine hörbare und fühlbare Luftbewegung und kündet ſich beſonders durch Pfeifen, Brauſen, Heulen an.

Die Luftſtröme werden unterſchieden nach der Richtung und zwar ſind ſie zuerſt nach den Weltgegenden öſtliche, ſüdliche, weſtliche, nördliche Luftſtrömungen oder *Oſt-, Süd-, Weſt-, Nord-Winde*. Man kann ſie eben ſo nach den Zwiſchenweltgegenden angeben. Ihre Richtung wird durch die *Wind-Roſe* (**Fig. 91**) dargeſtellt. Die Seeleute und die Aſtronomen nehmen 32, 64, 128, 256 Windrichtungen an. Die Windroſe muß im Bodenbehältniſſe eines jeden Compaſſes verzeichnet ſein. Vorzüglich unterſcheidet man ferner die

Luftſtrömungen oder Winde nach der Stärke und der Geſchwindigkeit und den Wirkungen, wo die Luftbewegung Säuſeln, Wehen, Wind, Sturm, Orkan ſein kann. Der gewöhnliche Wind legt in 1 Sek. 10—15, der Sturm 40—60, der Orkan 60—120 Fuß zurück, und die Sturme und Orkane ſind oft von den furchtbarſten Verherrungen begleitet. Schon auf dem Feſtlande richten ſie großen Schaden an Gebäuden, Gärten, Saaten und Wäldern an, aber eben ſo entſetzlich wüſten ſie auf dem Meere, durch deſſen Aufwühlung ſie den Schiffen den Untergang drohen oder bringen. Nach der größern oder geringern Regelmäßigkeit ſind die Winde periodiſche und beſtändige. Der unter dem Aequator ſtets aus Oſten wehende Zugwind, eine Folge der Erdbewegung von Weſten nach Oſten, iſt ein beſtändiger. Periodiſch ſind die Jahreszeiten- oder Paſſat-Winde, die nur in einigen Gegenden der Erde zu beſtimmten Zeiten und ſtets in derſelben Richtung wehen und die Tageszeiten-Winde in einigen Küſtenländern Neuhollands und Amerikas; ſie heißen auch Land- und Seewinde und wehen am Tage vom Meere nach dem Feſtlande, am Abend und des Nachts umgekehrt vom Feſtlande nach dem Meere. Die meiſten Winde ſind ſonſt unregelmäßig. Eigenthümlich ſind die Wirbelwinde und Windhoſen, die durch Stoß und durch Mitwirkung der Electrizität entſtehen Sie wirbeln leichte Gegenſtände in die Höhe; die Windhoſen reißen aber auch Bäume aus, bohren Schiffe in den Grund u. ſ. w.

Alle Luftſtrömungen von den Eisregionen der Pole ſind kalte Winde, umgekehrt ſind die aus den Aequatorialgegenden kommenden Strömungen der Luft heiße Gluthwinde. Jene gehen gewöhnlich mit erſtarrendem Hauche, dieſe mit erſtickender Gluth über die belebte Natur. Durch ſeinen ſehr ſchädlichen Einfluß merkwürdig iſt der in dem ſandigen Erdgürtel in der Wüſte Afrikas, Arabiens, Perſiens u. ſ. w. wehende Gluthwind, in Afrika Scirokka und Harmattan, in Arabien und Perſien der Samum oder Samiel genannt. Der Harmetan iſt heiß und trocken und weht in Weſtafrika, wird aber auch in Spanien verſpürt, wo er Solano heißt. Der Scirokko weht im mittlern Afrika und verſchüttet durch Sandſtürme oft ganze Karawanen, oft weht er nach Italien hinüber und ſchmilzt den Schnee an den Südabhängen der Alpen; er verurſacht ermattende Hitze. Den Samum kündet eine feurige Röthe am Horizonte und eine Verdüſterung des Himmels an; gewöhnlich naht er mit lautem Ziſchen. Die Luft wird kochend heiß, Menſchen und Thiere ermatten und ſinken zuſammen oder gerathen in Fiberwahnſinn. Sein Wehen dauert oft 16—20 Tage.

Die Winde wehen nicht in allen Luftſchichten nach derſelben, ſon-

dern oft in ſehr verſchiedener Richtung. Daher lenkt man einen Luftballon, indem man durch Steigen oder Senken die geeignete Luftſtrömung aufſucht. Selten ſind die Winde, die in ſenkrechter Richtung, bald aufwärts, bald abwärts wehen. Sie heißen Stoßwinde und ſolche wehen oft plötzlich losbrechend im indiſchen und chineſiſchen Meere. Die Winde haben einen mannigfachen Nutzen im Haushalte der Natur. Sie machen die Luft tauglicher für den Athmungsproceß der animaliſchen und Pflanzenwelt, indem ſie dieſelbe reinigen und ſäubern, ſie geben Kühlung oder Wärme, zerſtreuen die Wolken und trocknen die Erde, oder führen zu andern Zeiten den Regen herbei, ſie ſchütteln die Bäume und alle andern Pflanzen und fördern die Circulation der Säfte, bewegen die ſtehenden Gewäſſer und ſchützen ſie vor Fäulniß und treiben unſere Windmühlen und Schiffe u. ſ. w.

3) Waſſer-Meteore.

Ueberall blinkt uns im Freien der Spiegel der Gewäſſer entgegen. Iſt das Element in Ruhe, ſo iſt ſeine Oberfläche horizontal. Bei der Einwirkung des Windes oder bei der beſtimmten Neigung ſeines Bettes kräuſelt ſich die Oberfläche zu ſanften Wellen oder ſchäumet in hohen Fluthen und brauſenden Wogen. Sehen wir ab von dieſen Erſcheinungen, ſowie von den auf der Erde verbreiteten Waſſermaſſen, ſo bieten ſich uns in der Atmoſphäre beſonders viele Erſcheinungen bei der Verdampfung, Abkühlung, Erſtarrung der Gewäſſer dar.

a. Atmoſphäriſche Erſcheinungen bei der Verdampfung. Durch die Wärme löſet ſich ſtets Waſſer an der Oberfläche der Meere, Flüſſe, aus den Pflanzen- und Thierſtoffen in Dämpfe auf; je höher die Wärmetemperatur iſt, deſto ſtärker iſt die Ausdünſtung. Die Dünſte ſind leichter als die Luft und ſteigen deshalb in die Höhe, häufen ſich in den verſchiedenen Luftſchichten an. Der Luftraum heißt in ſofern, was wir ſchon ſagten, der Dunſtkreis oder die Atmoſphäre und die angehäuften Dämpfe heißen Wolken. Wie Wundergeſtalten ziehen ſie am heitern Himmel herauf, als ſchwebende Gebilde wechſeln ſie ihre Gruppirung und ihre Formen, an denen ſich ſo gern unſere Phantaſie verſucht; bald verhüllen ſie den Himmel in dichtem Gewühl, bald ſchimmert das reine Blau des Himmels durch ihre zerſchlitzten Maſſen. Wunderbarer erſcheinen ſie noch, wenn ſie bald durch directes, bald durch reflectirtes Licht beleuchtet werden, ſo daß ſie in reinem Silberſcheine, oder in blutrothem, purpurnem, violettem oder dunklem Widerſcheine leuchten. Da die Wolken verſchieden dicht gehäuft ſind und nach beſtimmten Hauptformen meiſt wiederkehren, ſowie in den Luftſchichten, d. h. in der niedern oder mittlern oder obern Atmoſphäre, verſchieden vertheilt vorkommen,

ſo unterſcheidet man mehrere beſtimmte Arten von Gewölk. Die niedrigſte Wolkenſchicht iſt das Nebelgewölk, das wie weißer Rauch auf der Erde und an den Bergen hinzieht. Viel verdichteter und mit Electrizität geſättigt iſt das Thurm- oder Haufen- oder Klumpen-Gewölk. Es iſt das eigentliche Gewittergewölk. Sehr gleichförmige Schichten bildet das Wandgewölk; dieſes ſind die Windwolken, die ſich oft in Regenwolken auflöſen und den ganzen Himmel überziehen. Die Wandwolken gehen gewöhnlich in Strich-gewölk über, welches mehr in die Höhe ſteigt. Sehr hoch ſchwebt das reizend erleuchtete wollenfließartige oder wellen- und ſchuppen-artige Lämmchengewölk. Am höchſten ſteht das Haargewölk. Die Wolken haben keine bedeutende Höhe, auf hohen Bergen wird man bisweilen ganz von Wolken umgeben oder man überſieht ein-zelne Schichten; jedenfalls reichen die Wolken nie bis über die Schneegrenze.

b. Atmosphäriſche Erſcheinungen an den abgekühlten Waſſerdämpfen. Alle hierher gehörigen Erſcheinungen ſind faſt aus-ſchließlich die des Niederſchlags der Dämpfe. Wird den Wolken oder Dämpfen Wärme entzogen, und werden ſie abgekühlt, ſo rollen ſie in Tropfen zuſammen und legen ſich an den Erdboden, an Pflanzen und andern Gegenſtänden als Thau an. Auf ganz ähnliche Weiſe entſteht das Schwitzen der Wände, der Fenſter und ſelbſt der Schweiß an unſerem Körper; dieſer beſteht in nichts Anderem, als daß die Dämpfe beim Heraustreten aus den Poren abgekühlt werden und ſich als Tropfen anſetzen. Die Thauperlen im Freien entſtehen des Abends und des Morgens wegen der nächtlichen Abkühlung und verdunſten wieder bei eintretender Erwärmung.

Wie in der niedern Atmosphäre, ſo findet auch in der Wolkenre-gion der Niederſchlag der Dämpfe ſtatt. Kühlt ſich nämlich eine Wolkenſchicht ab, was durch Erkalten der Athmosphäre oder bei Ge-wittern wegen des im Blitze frei werdenden Warmeſtoffs geſchieht, ſo ziehen ſich die Wolkendämpfe in Tropfen zuſammen und fallen als Regen nieder. Der Regen iſt Staub- oder Nebel-Regen oder Platz-Regen und Wolkenbruch in Rückſicht auf die ſich entla-dende Waſſermenge. Seiner Ausdehnung nach iſt er Strichregen, wenn er aus einer Wolke kommt, oder Landregen, wenn er aus einem weithin ſich erſtreckenden Wolkenlager ſtrömt. In den heißen Erdſtrichen iſt nicht nur der Thau ſehr ſtark, ſondern die Regen ſind wahrhaft ſtürzende Fluthen; die Regentropfen haben oft einen Durch-meſſer von einem Zoll. Die Regen-Entladung von Ferne geſehen erſcheint wie eine Wand herniederſtrömender Waſſerſtrahlen. Bei der Wolkenentladung entſtehen in wärmeren Ländern Waſſerho-ſen; dieß ſind Regenſäulen von Wirbelwinden getrieben oder es ſind

electriſche Wolken, welche der electriſchen Anziehung wegen in einem Kegelzapfen auf die Erde ſich herabneigen, wobei gewöhnlich Blitze ſich entladen; dieſelben entſtehen am häufigſten auf dem Meere und beſchädigen oft Schiffe, weshalb die Seeleute ſolche Waſſerhoſen durch abgeſchoſſene Kanonen zu zerſtören ſuchen, wenn ſie dem Schiffe ſich nähern. —

c. Erſcheinungen des Erſtarrungs-Proceſſes wäſſeriger Stoffe. Wird den Dämpfen oder den flüſſigen Waſſermaſſen viel Wärme entzogen, ſo tritt beim Zuſammenziehen eine mehr oder minder plötzliche Erſtarrung ein und Schneeflocken, Hagel, Schloſſen, Reif, Glatteis, Gefrieren der Fenſter, Bereifen der Gegenſtände, Gefrieren der Gewäſſer ſind die aus den Dämpfen und dem Waſſer ſich entwickelnde Gebilde. Alle dieſe Gebilde erſcheinen völlig weiß, vorzüglich aber haben erſtere ſämmtlich die Kryſtallform. (Fig. 92.) Ziehen ſich die Dampfbläschen allmählig zuſammen, ſo entſteht der Flockenſchnee; die Schneeflocken ſind Sternchen, oder Räder, oder vielſeitige Flächen. Schloſſen und Hagel ſind plötzlich erſtarrter Regen und haben eine polyedriſche Geſtalt, fällt das gefrorne Körnchen durch viele Dunſtſchichten, ſo ſetzen ſich ſtets neue Dämpfe an und erſtarren; daher kommt es, daß die Schloſſen oft die Größe von Taubeneiern haben. Reif iſt erſtarrter Tau; Glatteis entſteht, wenn Regen auf die kühlere Erde fällt und an ihr erſtarrt. Die Fenſter unſerer Stuben überziehen ſich mit Schweiß und da ſie niedrige Temperatur haben, ſo gefriert derſelbe; Wärmeſtrömung, Luftſtrömung, kryſtalliniſche Zuſammenordnung der Dunſtbläschen bildet die wunderbaren Blumen und Pflanzen-Geſtalten an den durchſichtigen Scheiben; ähnlich iſt es an den beräumten Wänden und Bäumen u. ſ. w.

Zur Beurtheilung der in der Atmosphäre oder in geſchloſſenen Räumen vorhandenen Feuchtigkeit hat man den Hygrometer oder Feuchtigkeitsmeſſer und die Hygroſcope. Die Maſſe des alljährlich in Regen und Schnee oder überhaupt aus dem Niederſchlag der Dünſte zur Erde fallenden Waſſers hat man zu berechnen geſucht und hat gefunden, daß, wenn das Waſſer ſtehen bliebe, es etwa allenthalben die Höhe von 30 Zoll erreichen würde.

Wie ein organiſcher Körper eine beſtimmte Saftcirkulation hat, ſo findet bei der Erde und in ihrer Atmosphäre eine beſtimmte Gewäſſercirkulation ſtatt; man nennt dieſe den großen Kreislauf der Gewäſſer. Dieſer große Kreislauf der Gewäſſer iſt nichts anders, als die immerwährend gleich ſtarke Vertheilung und Sammlung der Gewäſſer. Das aus der Geſammtfläche des Waſſers und aus feuchten Körpern, aus Pflanzen- und Thierkörpern verdampfende Waſſer oder vielmehr die aufgeſtiegenen Dämpfe werden vom Feſt-

lande angezogen oder die Winde treiben die Dämpfe dem Feſtlande zu und die Abkühlung macht, daß ſie in Regen oder Schnee niederfallen. Das Regen-, Schnee-, Thauwaſſer zieht in das Erdreich ein, ſickert durch Erdſchichten, Feſenſpalten zuſammen, bricht in tauſenden von Quellen hervor, ſammelt ſich zu Bächen, Flüſſen, Teichen, Seen und kehrt durch verſchiedene Abflüſſe in den allgemeinen Waſſerbehälter — das Meer — zurück. Stets verdunſtet eine gleich große Waſſermaſſe im Meere, als aus allen Strömen in daſſelbe fällt und es iſt daher niemals weder Zu- noch Abnahme am Meere zu bemerken. Das große Circulations-Syſtem der Gewäſſer vertheilt das Waſſer ſo, wie es im Haushalte der Natur nothwendig iſt.

Durch die Dünſte ſteigen manchmal fremdartige Theilchen mit in die Luft oder es wird durch den Regen Blüthenſtaub von den Bäumen geſchlagen oder mancherlei Stoff auf der Erde ſelbſt zerweicht und zerwaſchen; dies hat Veranlaſſung zur Annahme von ſogenannten Wunderregen gegeben. So glauben manche, es falle ein Froſchregen, wenn beim milden Frühlingsregen die kleinen Fröſche unter dem Laube und Graſe hervorkommen, oder es falle ein Schwefel- oder Blutregen, wenn der Blüthenſtaub von manchen Bäumen den Regen gelb oder röthlich färbt. Ein Sandregen kann entſtehen, wenn electriſche Wolken Sand angezogen haben und ihn wieder abſtoßen. Wunderbar ſind die Steinregen. Ein ſolcher kam 1793 in Italien, 1803 in Nord-Frankreich, 1808 am 22. Mai in Mähren vor. Sind die fallenden Steine, Meteorſteine genannt, unter denen ſehr große von 20—30 Pf. Schwere gefunden werden, Maſſen vom Monde oder von den Planeten oder electriſch und magnetiſch angezogene, oder erzeugte Maſſen der höhern Atmosphäre oder Ueberreſte früherer Weltkörper? Wir wiſſen es nicht. Die meiſten ſind eiſenhaltig.

Es iſt noch zu erwähnen, daß man auch verſchiedene Arten von Thau anzunehmen pflegt. Außer dem gewöhnlichen Thau unterſcheidet man den Honigthau, einen klebrigen Pflanzenſaft, der auf die Blätter der Bäume und Gräſer träufelt. Blattläuſe in großer Menge und mehligte klebrigte Ausleerungen derſelben veranlaſſen das, was man Mehlthau nennt.

Zu den ſonſtigen Erſcheinungen an den Gewäſſern gehören noch die Meeresſtrömungen, die Ebbe und die Fluth, als eine Folge der Mondanziehung u. a. Erſcheinungen, wovon ſchon oben die Rede war.

4) Licht-Meteore.

Die verſchiedenen Erſcheinungen in der Beleuchtung beruhen zum Theil auf der Lichterzeugung, Lichtbrechung und Farbenzerſtreuung

oder in der Licht=Reflektion u. a. Urſachen. Lichterzeugung findet zwar ſtatt bei elektriſchen Erſcheinungen, bei zündbaren Luftarten, ſowie beim Verbrennen der Körper, bei dem Phosphor und derartigen Lichtträgern und die allgemeine Beleuchtung geht aus von der Sonne und den andern Himmelskörpern. Die wichtigſten Erſcheinungen ſind die Tageshelle, das Blaue des Firmaments, die Morgen= und Abendröthe, die Dämmerung und der Widerſchein, der Regenbogen, Höfe um Sonne und Mond, Nebenſonnen, Nebenmonde 2c.

Das Tageslicht entſteht durch das Leuchten der Sonne, das nächtliche Licht durch das Leuchten des Mondes und der Sterne, welches daher unvergleichbar ſchwach gegen das erſtere iſt. Die Bläue des Himmels rührt von der Reflektion des blauen Lichtes in der Luft her, indem die Luft eben das übrige Licht einſaugt. Wenn ſie das weiße Licht der Sonne nicht empfängt, oder wenn ſie ſehr dünn iſt, erſcheint das Himmelsgewölbe grau oder dunkel; ſo iſt es in der Nacht und über uns, wenn wir auf hohen Bergen ſtehen. Auf Berggipfeln wie auf dem Montblanc ſoll es ſehr auffällig ſein. Die Zurückwerfung des röthlichen und gelblichen Lichtes in vorhandenen Dünſten verurſacht das Morgen= und Abendroth. Das Morgenroth deutet auf regneriſches, das Abendroth auf beſtändiges und heiteres Wetter. Die Dämmerung wird veranlaßt durch die Brechung der Sonnenſtrahlen in der Luft, der Widerſchein aber durch Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen von den am Horizonte ſtehenden Dunſtwolken. Die Dämmerung bildet alſo die Uebergänge von der Tageshelle zum Nachtdunkel und dies iſt eine unendlich weiſe Einrichtung des Schöpfers. Man unterſcheidet die bürgerliche Dämmerung, die etwa $\frac{1}{2}$ Stunde dauert, und die aſtronomiſche Dämmerung, die wohl an 4 — 5 Stunden dauert, daher es eigentlich im Sommer bei uns nicht Nacht wird, weil Abend= und Morgendämmerung noch in einander treffen. Der Widerſchein tritt gewöhnlich bei Sonnenuntergang ein und deutet auf regneriſches Wetter.

Höfe um Sonne und Mond erzeugen ſich dann, wenn die Dünſte ſich um die Strahlen dieſer Körper allzuſtark anhäufen. Wenn aber die Sonne durch einzelne Schichten von Regenwolken bricht, ſo erleuchtet ſie die Dünſte und wir ſagen: die Sonne zieht Waſſer. Etwas ähnliches iſt es, wenn die Sonne durch Ritze und Fenſter in ſtäubige Räume leuchtet. Neben=Sonnen und Neben=Monde entſtehen, wenn wir dieſe Lichtkörper durch die in der Eisregion befindlichen eiſigen Dünſte wie durch ein polyedriſches Glas ſehen; ſie finden meiſt nur im Winter beim Aufgange ſtatt.

Sonnen= und Mond=Verfinſterungen gehören zwar ebenfalls zu den Lichterſcheinungen, aber ſie können erſt ſpäter betrachtet

werden, da ſie von der Stellung der Erde zur Sonne und dem Monde abhängig ſind.

Eines der prachtvollſten Lichtmeteore iſt der Regenbogen. Er entſteht durch Brechung und Zerſtreuung des weißen Sonnenlichtes, wenn die Sonne einer dunklen regneriſchen Wolkenwand gegenüber ſteht. Dieſer Farbenbogen geſtaltet ſich nur, wenn die Sonne nicht höher als 45° über dem Horizonte ſteht, daher in den Mittagsſtunden kein Regenbogen ſtatthaben kann. Bildet er ſich aber in einem Waſſerfalle, ſo kann man die ganze Erſcheinung in Kreisform ſehen. Die Farben ſind bekannt; die Bogengeſtalt beruht auf der Farbenzerſtreuung. Einen Regenbogen kann man im Kleinen entſtehen laſſen, wenn man aus einer feinen Gießkanne oder aus dem Munde Waſſer ausſprudelt; wer ſeitwärts oder zwiſchen der Sonne und dem Waſſerſtrahle ſteht, ſieht einen Regenbogen. Oft bildet ſich neben einem Regenbogen ein zweiter, deſſen Farben matter ſind und in umgekehrter Ordnung folgen; er enſteht durch Abſpiegelung des eigentlichen Regenbogens. Beim vollen Mondlichte kann bisweilen ein Mondregenbogen entſtehen, der aber eine Seltenheit iſt. Der Regenbogen iſt eine der prachtvollſten Erſcheinungen in der Natur, aber er iſt auch zugleich der herrliche Zeuge der Gnade Gottes, der ihn über dem Dankopfer-Altare Noah's aufzog als Zeichen der großen Verheißung, daß keine Sündfluth mehr die Erde überſchwemmen werde. Er iſt ein bezauberndes Wunder der Allmacht.

Zu den Lichterſcheinungen oder Lichtmeteoren gehört noch das Leuchten des Meeres und mancher fauligen Pflanzen und Thierſtoffe in dunkler Nacht. Hinter den Schiffen nämlich bildet ſich bei finſterer Nacht und ruhiger See eine oft ſehr lange, ziemlich hell ſchimmernde Straße; dies rührt von einer großen Menge gallertartiger kleiner Waſſerthierchen her, die vielleicht vom Schiffe beſchädigt werden, wobei ihre Materie phosphorartig leuchtet. Bei faulenden Pflanzen und Thierſtoffen beſonders bei naſſem faulem Holze und faulenden Seethieren nimmt man im Dunkeln ſtets ein ähnliches Leuchten wahr. —

5) Die elektriſchen und Feuer-Meteore.

Die meiſten der elektriſchen und feurigen Meteore gehen unter bald ſtärkerer bald ſchwächerer Lichtentwickelung vor ſich und ſind alſo vielfach zugleich prachtvolle Lichterſcheinungen. Die elektriſchen Meteore ſind vornehmlich das Gewitter, die Wetterlichter, das St. Elmsfeuer und wahrſcheinlich auch das Polarlicht und Zodiakallicht. Die Feuer-Meteore dagegen ſind alle Erſcheinungen an brennbaren Gaſen und andern Brennſtoffen vorzüglich aber die vulkaniſchen Ausbrüche und die Erdbeben u. a.

Das Gewitter iſt der Entladungs-Prozeß zwiſchen der negativen Wolkenelektrizität und der poſitiven Erdelektrizität. Durch die gegenſeitige Reibung der emporſteigenden Dämpfe und durch die Wolkenbildung wird die Elektrizität angeregt, worauf ſie dann in den Wolken, wie in einem Conduktor ſich anſammelt. Sowie ungleichnamig elektriſche Wolken unter einander oder einzelne Wolken den von der Erde in die Höhe ragenden Leitern, als Thurmſpitzen, Baumgipfeln, ſich nähern, ſo erfolgt die Entladung. Blitz oder Wetterleuchten, Donner, Sturm, Regen ſind dabei die Haupt-Erſcheinungen. Gewöhnlich geht den Gewittern eine große Schwüle in der Atmosphäre voran. Allmählig fängt es an zu blitzen. Der Blitz geht im Zickzack, weil er wahrſcheinlich von einer Wolke zur andern überſpringt und wir pflegen ihn Gewitter-Schlag zu nennen, wenn er zündet oder tödtet, und kalten Schlag, wenn er auf Nichtleiter trifft. Mit dem Niederfahren und Leuchten des Blitzes erfolgt zugleich das heftige elektriſche Kniſtern, das aber durch den Widerhall in den Wolken zum erſchütternden Getöſe d. i. zum Donner wird, und da das Licht weit ſchneller als der Schall geht, ſo hören wir den Donner erſt ſpäter und beurtheilen aus der Zwiſchenzeit von Blitz und Donner die Nähe des Gewitters, das uns um ſo näher iſt, je ſchneller der Donner dem Blitze folgt. Durch den Blitz wird der Luft und den Wolken Wärme entzogen, das Gleichgewicht der Luft wird geſtört, es erhebt ſich der Gewitterſturm und aus den abgekühlten Wolken gießt der heftige Gewitterregen. Jedes Wetterleuchten in der Ferne ohne hörbaren Donner iſt nur ein fernes Gewitter, das auch häufig heranzieht; welche Zerſtörungen der Blitz anrichtet, wie er Häuſer und Thürme zerſtört, Bäume vom Gipfel bis in den Grund in Stücken reißt, Menſchen und Thiere tödtet u. ſ. w. iſt hinlänglich bekannt. Uebrigens ſind die Gewitter um ſo heftiger, je wärmer es iſt, daher ſind im Winter nur ſelten Gewitter; in den heißen Gegenden der Erde gehen ſie mit ungemeiner Heftigkeit vor ſich, ziehen aber auch ſchnell vorüber.

Daß der Blitzſchlag ein elektriſcher Funke iſt, hat ſchon im vorigen Jahrhundert Benjamin Franklin in Philadelphia in Amerika bewieſen. Er machte einen Papierdrachen, durchflocht die Schnur mit Drahte und ließ ihn bei Gewitterluft ſteigen; es zeigten ſich daran alle elektriſchen Erſcheinungen. Prof. Richmanns in Petersburg wurde bei einem ſolchen Verſuche erſchlagen. Benjamin Franklin erfand nach ſeinen Beobachtungen 1752 den Blitzableiter und wurde dadurch ein Wohlthäter der Menſchheit, indem ſich durch den Blitzableiter Gebäude gegen die zerſtörenden Wirkungen des Gewitters ſichern laſſen. Ein Blitzableiter iſt ein zugeſpitzter Eiſenſtab mit vergoldeter Spitze, der Fangſtab genannt, mit leitenden Eiſenſtrei-

fen oder Bleiſtreifen, der Entlader genannt, welcher einige Fuß in die Erde geht, verbunden; dieſem Fangſtabe und Leiter folgt nun der Blitz, der auf Gebäude trifft und fährt in die Erde. In Italien leitet man den Blitz dadurch ab, daß man auf den Feldern während der Gewitter Stroh anzündet; an den Rauchſäulen geht die Elektrizität zur Erde.

Die Blitze treffen die höchſten Gegenſtände vorzugsweiſe. Daher iſt es durchaus gefährlich, während des Gewitters ſich unter Bäume hohe Mauern u. dgl. zu ſtellen, um ſich vor dem Regen zu ſchützen; man muß ſich im Gegentheil wo möglich von ſolchen Gegenſtänden beim Gewitter entfernt halten. Auch in Gebäuden iſt man an den Fenſtern, um den Schornſtein, beſonders wenn Feuer im Ofen oder auf dem Heerde brennt, der Gefahr, vom Blitz getroffen zu werden, ausgeſetzt. Schnelle Bewegung im Freien giebt zur Entladung durch die Zugluft Veranlaſſung. Trift ein Blitzſtrahl einen Menſchen, ſo iſt er entweder durch die elektriſche Wirkung erſtickt oder Gehirn und Rückenmark und die Nerven ſind ſo erſchüttert, daß er das Bewußtſein verliert. In vielen Fällen iſt ein bloßer Scheintod eingetreten und man muß ſofort zu Wiederbelebungsverſuchen ſchreiten. Ein ſolcher Menſch muß ſogleich in friſche Luft gebracht, entkleidet, gerieben und gebürſtet werden; der galvaniſche Reiz wird mit Erfolg angewendet. Spürt man die Wiederkehr des Lebens, ſo flößt man dem Wiederbelebten etwas Wein ein und ſucht ihn in Schweiß zu bringen und ruft den Arzt. Obgleich der Blitz ſo zerſtörend in ſeinen Wirkungen iſt, ſo wirkt er auch in der Natur wohlthätig, indem die Luft durchs Gewitter gereinigt und abgekühlt wird, die Pflanzen durch die Erſchütterung des Donners im Wachsthum gefördert werden u. ſ. w. —

Die Wetterlichter und das St. Elmsfeuer, bläulich leuchtende Strahlenbüſchel, an Thurmſpitzen, an Spitzen der Maſtbäume und an andern hohen Gegenſtänden ſind wohl nichts anderes als das Ausſtrömen des elektriſchen Lichtes, gerade ſo wie es ſich in einer auf dem Conduktor der Elektriſirmaſchine angebrachten Metallſpitze zeigt.

Die Polarlichter ſind ein äußerſt glänzendes Phänomen, das ſich an den Polen der Ende ereignet und weithin, ſelbſt in unſeren Gegenden über einen Theil des Nordhimmels ſichtbar wird. Man erklärt ſie jetzt allgemein für einen elektriſchen Entladungsprozeß. In den Polargegenden ſind keine Gewitter und die Elektrizität entladet ſich langſam im Polarlichte. Strahlendes Leuchten am ganzen Horizonte vom Polpunkte aus, ein hörbares Kniſtern ſind die Haupterſcheinungen. Wie unter dem Aequator die Elektrizität in ſchnell ſich bildenden, ſehr heftigen und ſchnell vorübergehenden Gewittern

ausſtrömt, in den gemäßigten Erdſtrichen die Gewitter langſamer ſich entwickeln, ſo ſtrömt die Elektrizität in allmähliger Lichtentwickelung in den Polargegenden aus und erleuchtet die halbjährigen Winternächte. Sie ſind, wie bei uns die Gewitter, nicht in allen Jahren gleich zahlreich.

Das Zodiakallicht iſt ein breiter, matter, pyramidenförmiger Lichtſchimmer am Weſthorizonte um die Zeit der Nachtgleichen. Sein Weſen iſt noch nicht bekannt. Die Feuer-Erſcheinungen gehen nur an brennbaren Subſtanzen vor ſich und ſie ſind mannigfacher Art, und zwar gehen ſie im Innern der Erde und bei den Vulkanausbrüchen und Erdbeben, ſowie an der Erdoberfläche und in den Höhen des Luftmeeres vor ſich. —

Als gewaltige feurige Natur-Erſcheinungen kann man zunächſt allenfalls die Feuersbrünſte, die aber zu ſehr bekannt ſind, als daß wir ſie ſchildern ſollten, beſonders aber die Erdbrände anſehen. Dieſe letzteren entſtehen in Gegenden, wo große Kohlenflötze ſind oder da, wo viel Erdöl und Erdpech ſich vorfindet. Brände der letzten Art dauern in manchen Gegenden Aſiens ſeit Jahrhunderten.

Wichtiger als dieſe Erſcheinungen ſind die Erdbeben und die ganze vulkaniſche Thätigkeit der Erde. Die Erde nämlich hat in bedeutenden Tiefen unter der Oberfläche ungeheure Durchlöcherungen und Höhlengänge, die ſich ſelbſt unter den Meeren hinziehen. Zündbare Maſſen, wie brennbare Minerale mit Waſſer gemengt, erzeugen unterirdiſche Gährung und Brand, entwickeln Dampfmaſſen und Gaſe, welche mit furchtbarer Gewalt die Erdrinde emporheben und in heftiges Schwanken ſetzen. Dadurch entſtehen die Erdbeben oder Erderſchütterungen, die gewöhnlich von ſo entſetzlichen Verwüſtungen begleitet ſind. Dieſe fürchterliche Naturerſcheinung kündiget ſich durch große Schwüle der Luft an, Menſchen und Thiere empfinden Mißbehagen, oft große Unruhe und Angſt, es brechen Orkane los, die Atmosphäre trübt ſich, die Sonne wirft ein blaſſes Licht. Zum Schrecken der Menſchen erfolgen dann heftige Stöße aus dem Innern der Erde und oft brechen Feuerſtröme (brennende Gasmaſſen) aus der geborſtenen Erde, während ſich die Stöße wiederholen, die Orkane toben, die Gewäſſer über ihre Ufer ſteigen und Städte und Dörfer in Trümmerhaufen zuſammengeſtürzt werden, wobei Menſchen und Thiere zu Tauſenden ihr Leben verlieren. Wie weitreichend die Wirkungen der Erdbeben ſind, zeigt das ſchreckliche Erdbeben vom 1. November 1755, deſſen Hauptſtoß auf die ſüdweſtliche Spitze Europas, auf Liſſabon traf, deſſen weitere Erſchütterungen aber öſtlich bis im Kaukaſus, nördlich bis in Skandinavien und Island und Grönland, weſtlich bis an die Küſte Amerikas, ſüdlich bis an die Küſte von Guinea verſpürt wurden. Viele Städte Spaniens und Portu-

gals litten ungeheuer, ganz Liſſabon ſtürzte dabei in Trümmer; das Meer ſchwoll ſo hoch, daß die Schiffe über die Hafenmauern fortgeführt wurden, ein Berg im Innern des Landes ſpaltete ſich und verſank theilweiſe, ein anderer an der Küſte ſtürzte ins Meer; über 60000 Menſchen verloren ihr Leben, hunderttauſende wurden verletzt. Ein faſt eben ſo ſchreckliches Erdbeben war das in der Provinz Karaccas in Amerika im Auguſt 1812. Zahlreiche Städte dieſer Provinz beſonders Karaccas waren innerhalb von 2 Minuten Trümmerhaufen, und in Karaccas allein kamen 30,000 Menſchen um. Erdbeben finden faſt alljährlich in Unter-Italien, Sicilien, Spanien, in Amerika, ſeltener in Aſien ſtatt; ſie ſind bald mehr bald weniger heftig. Die dabei gewöhnlich losbrechenden Orkane entſtehen durch die aus dem Innern kommenden heißen Luftſtröme.

Aehnliche Wirkungen wie die Erdbeben bringen die feuerſpeienden Berge oder Vulkane hervor. Die vulkaniſchen Feuerherde der Erde ſind weiſt unterirdiſch unter weiten Gegenden verbreitet. Unter-Italien, Sicilien und andere Inſeln des Mittelmeeres, die Inſel Island, einige der kanariſchen Inſeln, die Inſeln Oſt-Aſiens, das Feſtland von Amerika ſind vulkaniſcher Boden. Die thätigen Vulkane der Erde etwa an Zahl 200 haben vom Gipfel aus eine tiefe trichterförmige Aushöhlung nach innen, welche der Krater heißt. Im Innern bergen ſie kochende und geſchmolzene Maſſen; ſie ſind zum Theil Schlammſpeier, zum Theil wirkliche Feuerſpeier. Die letzteren als die bedeutſamſten hauchen beſtändig Rauch aus, aber von Zeit zu Zeit ſpeien ſie ungeheuere Feuermaſſen und kochende und geſchmolzene Materie, Lava genannt, aus. Den Ausbrüchen geht immer Schwüle der Luft, Erſchütterungen im Innern der Erde, dumpfes unterirdiſches Getöſe vorher; über dem Krater bildet ſich eine dichte Dampfſäule, welche bei Nacht glühend roth iſt und eine unglaubliche Maſſe von Flugaſche über die weite Umgegend ausſchüttet und bei Tage den Himmel verfinſtert. Mit furchtbarem Krachen werden glühende Steinmaſſen aus dem Krater geſchleudert, electriſche Wolken, die ſich über dem Krater zuſammenziehen, ſchleudern ihre Blitze in das Innere; oft ſtürzen die Ränder des Vulkans nach dem Innern des Kraters zuſammen und endlich ſteigt die kochende Lavamaſſe von den Dämpfen in die Höhe getrieben über die Ränder des Kraters und ergießt ſich in verheerenden Strömen über die Bergabhänge, über Gärten, Felder, Ortſchaften, füllt ganze Thäler oder ſtrömt meilenweite Strecken dahin. Einer der furchtbarſten vulkaniſchen Ausbrüche war der des Veſuvs im Jahre 79 nach Chr., welcher 5 Städte verſchüttete, von denen zwei Herkulanum und Pompeji heute zum Theil wieder ausgegraben werden. Außer den thätigen Vulkanen giebt es viele erloſchene;

ſolche finden ſich in Deutſchland in einigen Gegenden des Rheines und der Donau, in einigen Gegenden Frankreichs und anderwärts. In den Umgebungen der Vulkane erblickt man allenthalben nicht nur die Spuren oft wiederholter Verwüſtungen, ſondern es finden ſich da Schwefelfelder, kochende Schlammlager, heiße Waſſerſprudel, Schlacken- und Lavamaſſen.

Die Urſache des innern Brandes der Vulkane iſt eine Vermiſchung großer Schwefelmaſſen mit Waſſer, wodurch alle anderen Stoffe als Steine, Erde, Metalle mit zuſammengeſchmolzen werden, während das Waſſer kochend wird und Dampfmaſſen entwickelt oder oft in heißen Quellen hervorbricht. Wo ſolche heiße Quellen ſich finden, iſt ſtets der Boden vulkaniſch. Unter die bekannteſten Quellen in der Nähe von Vulkanen gehören die Geiſer in Island; der große Geiſer ſprüht das kochende Waſſer in mannsdicken Strahlen über 100 Fuß in die Höhe. Andere berühmte heiße Quellen ſind die Mineralquellen in Teplitz, in Karlsbad, wo die Hauptquelle der Sprudel iſt, der ſein Waſſer beſtändig 10—18 Fuß hoch empor ſtößt; in Wiesbaden, in Achen und Burtſcheid, in Trentſin in Ungarn, in Jaſſy in der Moldau, in Tiflis in Kaukaſien u. ſ. w. Das Waſſer mancher Quellen geht im Innern der Erdrinde über Schwefel und Kalkſchichten und wird von dieſen Stoffen geſättigt und erhitzt; für die eigentliche vulkaniſche Gewalt iſt zu wenig Stoff vorhanden, obgleich in den Gegenden, wo ſolche Quellen ſind oft nicht undeutliche Spuren ehemaliger vulkaniſcher Thätigkeit ſich befinden.

Zum Theil zu den Licht-, zum Theil zu den feurigen Meteoren gehören endlich noch die Sumpflichter, Irrwiſche und Feuermänner, der feuerige Drache, der feuerige Wolf, ſo wie die Feuerkugeln und Sternſchnuppen.

Mancherlei Luftarten, welche ſich aus Sumpflacken auf Kirchhöfen und ähnlichen Orten entwickeln, ſollen ſich bisweilen von ſelbſt entzünden und bald wie matte Lampenflammen, bald aber wie brennende Fackellichter von jedem Luftzuge getragen hin und wieder gaukeln und wieder erlöſchen. Dieß ſind die Irrwiſche, Irrlichter, Feuermänner. Man hat ihr Vorhandenſein in neuerer Zeit bezweifelt, ſie ſind aber wenigſtens, wenn ſie vorkommen ſehr ſeltene Erſcheinungen; ſonſt galten ſie als die tückiſchen Verführer einſamer nächtlicher Wanderer.

Häufig entwickeln ſich in Koch- und Backöfen, in Fabriköfen gefährliche Luftarten, die ſich in den Ofenräumen ſelbſt oder in Schornſteinen anſammeln, ſich bei Gelegenheit entzünden und mit großer Gewalt explodiren, ſo daß ſie die Oefen oder Schornſteine ſprengen; man nennt dieſe Erſcheinung den feurigen Wolf. In ähnlicher Weiſe ſammeln ſich in der niedern Atmosphäre brennbare Gaſe, die

ſich durch irgend eine Veranlaſſung entzünden. Sie flackern mit dem hellſten Silber- oder Feuerſchein auf, ſchweben wie eine Wolke fort und dauern höchſtens einige Sekunden. Man nennt dieſe Erſcheinung den fliegenden oder feurigen Drachen. Der Aberglaube knüpfte ſonſt allerhand Mährchen an dieſes Meteor.

Ueber die Feuerkugeln und Sternſchnuppen iſt man in neuerer Zeit auf mancherlei von den früheren ſehr verſchiedene Anſichten gekommen. Die Feuerkugeln, welche als Feuerbälle mit einem Funkenſchweif plötzlich erſcheinen und mit einem Knall oder Platzen verſchwinden, hält man für Meteorſteinmaſſen. Die Sternſchnuppen, die herabffallenden Sternen gleichen, hat man in neuerer Zeit ſehr aufmerkſam beobachtet, und man iſt der Ueberzeugung, daß ſie kleine Weltkörper ſind, welche in unendlicher Zahl vorhanden ſind, in dem Raume der Planeten ſich regelmäßig bewegen und im Augenblicke des Vorüberganges an der Erde unſerem Auge ſichtbar werden. Es iſt bis jetzt ermittelt, daß ſie in 4 Perioden des Jahres vom 7ten bis 10ten Februar (Mitte des Winters) vom 10ten bis 13ten Mai (Mitte des Frühlings) vom 7ten bis 10ten Auguſt (Mitte des Sommers) und vom 10ten bis 14ten November (Mitte Herbſt) in unermeßlicher Menge an unſerer Erde vorübergehen, ſo daß ſie zeitweiſe dichter wie Schneeflocken fallen. Dieſer Vorübergang erzeugt wegen der dadurch abgehaltenen Sonnenſtrahlen für die Erde Abkühlung der Atmosphäre und daher ſind die oben genannten Termine als kalt und trübe bekannt.

Außer dieſen wichtigſten atmosphäriſchen und Himmels-Erſcheinungen giebt es noch viele andere eigenthümliche Naturerſcheinungen, die freilich weniger hierher gehören. Wir gedenken des fliegenden Sommers oder der Marienfäden, des Leuchtens der Johanneswürmchen; ihre nähere Betrachtung gehört in die Naturgeſchichte. Der fliegende Sommer iſt das Geſpinnſt von kleinen Feldſpinnen, welche im Frühlinge und Spätſommer ihre Fäden an Gräſern und Geſträuchen machen; Thau und Regen bleichen dieſe Fädchen, die dadurch ſehr leicht von der Luft umhergetragen werden und ſich an andere Gegenſtände anhängen. Die Johanneswürmchen enthalten eine gallertartige ſtark phosphorescirende Materie in ſich und ſchwärmen in ſchönen Sommernächten in Gärten oder Waldgehegen oft zu Tauſenden gleich Sternchen und Feuerfünkchen umher und geben der Natur einen unausſprechlichen Zauber.

Alle die wunderbaren Naturſchauſpiele ſind uns die ſprechendſten Zeugen der Herrlichkeit und Majeſtät des erhabenen Schöpfers, aber ſie ſind freilich nicht blos dazu da, daß wir ſie anſtaunen, oder unſern Scharfſinn an ihnen erproben, ſondern ſie haben überall in der allgemeinen Naturthätigkeit ihre Beſtimmung; ihre Entwickelung bringt

neue Erfolge und neue Schöpfungs-Prozeſſe zu Wege und die vorgeführten Erſcheinungen ſind eben nur die mächtigen Pulsbewegungen des unendlichen Naturlebens.

Letzter Abſchnitt.

Schlußbetrachtung.

In den bisherigen Auseinanderſetzungen haben wir die elementariſche Wirkſamkeit der Naturmaſſen oder Materien und der Naturkräfte oder Agentien und zuletzt das Wechſelſpiel der mannigfachen Erſcheinungen und wunderbaren Proceſſe betrachtet und wir fanden außer andern Natureinrichtungen, daß allenthalben die vollſtändigſte Naturordnung und Geſetzmäßigkeit ſich zeigten. Es tritt uns demnach hier die Frage entgegen: wozu wohl ſoll dieſer große Wechſelverlauf von Erſcheinungen, wozu die Wirkungen und Gegenwirkungen der Elemente und Naturſubſtanzen? Wohin kann anders dieß geſetzmäßige Thun, dieſe geordnete Geſchäftigkeit gerichtet ſein, als auf die Verwirklichung beſtimmter Naturzwecke? Laſſen ſich auch hier dieſe Fragen nicht nach allen Seiten hin erledigen, ſo ſoll doch Folgendes auf ihre Löſung hindeuten.

Die Natur nämlich iſt ein organiſches Ganzes oder ein Organismus im Großen; als ein ſolcher hat ſie eine innerliche Lebenskraft, denn der erhabene Schöpfer hat ihr Leben eingehaucht. Als die Kräfte ihres Lebens und als die Organe deſſelben haben wir nun aber alle elementariſchen Maſſen, alſo den feſten, flüſſigen, luftförmigen Stoff, die Licht- und Wärmematerie, die electriſche und magnetiſche Kraft offenbar anzuſehen und ihre nie raſtende Thätigkeit zu den Lebensverrichtungen und Schöpfungsacten der ganzen Natur zu zählen. Dieſe Lebensverrichtungen und Lebensfunctionen werden natürlich in ihrem ganzen Verlaufe durch mächtige Triebfedern angeregt, in der unaufhörlichen Spannung und im Gange erhalten. Es ſind dieſe Triebfedern die ſogenannten Naturtriebe.

Zu den wichtigſten gehört der Thätigkeitstrieb der Natur, vermöge deſſen nirgends ein bleibender Stillſtand eintritt, ſondern eine durch immer neue Kräfte, ſei es durch mechaniſche Kräfte der Schwere, der Anziehung u. a., oder durch chemiſche Kraft oder durch Kraftanſtrengung belebter Weſen (dynamiſche Einwirkung), angeregte Pulſirung des Naturlebens ſtattfindet. Ein anderer mächtiger Trieb der Natur iſt der Erzeugungs- und Bildungstrieb, vermöge deſſen in der ganzen Natur nichts Geſtaltloſes und Formloſes gefunden wird und vermöge deſſen Alles von ſeinem Entſtehen an

ſelbſt unter dem beſtimmteſten Gepräge auftritt. Durch dieſen Trieb wird eigentlich die Natur zu einer Vielheit von Verkörperungen. Denn abgeſehen davon, daß ſich die Materie der Schöpfung zu ungeheuern Naturkörpern und zu einzelnen Welten ausgebaut hat, tritt uns die unendliche Reihe der einzelnen Naturweſen der 3 Naturreiche als eine Natur mit beſonderem Naturleben, d. h. als die unſerem Erdkörper angemeſſene und angehörige Natur entgegen und zeigt ſich natürlich in ihr derſelbe Bildungstrieb.

Noch andere Haupttriebe der Natur ſind der Entwickelungs- und Vollendungstrieb. Auf dieſem beruht es, daß Alles in der Natur ſeinen beſtimmten Verlauf hat, von einem Keime ſich entwickelt und zunimmt und höherer Vollendung entgegengeht. Dieß geſchieht bei allen Weſen der Schöpfung und ihre Lebensperioden ſind Entſtehen, Wachſen, Zerfallen; mit dem Streben nach Vollendung kommen alle Naturdinge zu einem Ziele, wo ſie niederſinken zur allgemeinen Maſſe, vielleicht neue Geſtalten eingehen, d. h. ein neues Leben annehmen, ſo daß alſo die ganze Natur in einer ununterbrochenen Wiedergeburt fort und fort ſich entwickelt.

Für eine ſolche Naturthätigkeit, für die Zwecke der Bildung, Entwickelung, Vollendung ſind alſo die geſammten Natur-Subſtanzen mit ihrem geſchäftigen Thun und Treiben beſtimmt, und dieſe Beſtimmung erfüllen ſie unausgeſetzt. Daß nämlich dieſe Subſtanzen überall vom Thätigkeitstriebe belebt ſind, ſehen wir beſtändig. Es fehlt ihnen aber auch der Bildungstrieb nicht. Denn ſie ſelbſt gehen, wie wir ſehen, überall eine beſtimmte Bildung ein oder erſcheinen unter beſtimmten Formen. Der Waſſertropfen, die Luftblaſen, die Dunſtbläschen, die Wolkenmaſſen, die Lichtflamme, der Wärmeſtrahl, der electriſche und magnetiſche Strom zeigen ihre Form und ſelbſt, wenn du ein Waſſertröpfchen auf eine Fläche ſpritzeſt, es bildet, indem es zerſtäubt, ein Sternchen oder eine andere Figur Aber jene Naturſubſtanzen ſelbſt treten nicht blos unter der beſtimmten Form auf, ſondern ihre Thätigkeit iſt eine erzeugende, eine ſchaffende und geſtaltende Thätigkeit für die geſammte Vielheit der Naturweſen. Indem nämlich in der feſten, flüſſigen und luftförmigen Maſſe der Bildungstrieb lebendig iſt, fachen Licht, Wärme u. ſ. w. denſelben an, und ſo werden jene Subſtanzen die Grundlagen, die Fundamente, dieſe aber die belebenden Hauche der verkörperten Geſtalten und zugleich die Lebensquellen und die Lebensnerve der Natur.

Wenn zwar die weitere Betrachtung der einzelnen Bildungsproceſſe in die Naturgeſchichte gehört, ſo muß dennoch hier ewähnt werden, daß vermöge des Bildungsproceſſes der Natur das in der unendlichen Vielheit von Naturdingen ſich geſtaltende Leben unter 3 Hauptformen ſich zeigt. Dieſe Formen ſind diejenigen, wonach wir die

drei Hauptreiche in der Natur, nämlich eine Mineral=, Pflanzen=, Thierwelt unterſcheiden, ſomit aber auch wieder ein dreifaches, jedem Reiche eigenthümliches Leben annehmen müſſen, wie auch jedem eine Form zugehört. Denn Form und Leben bedingen ſich in der Natur und das Leben fordert ſtets die den Lebenszwecken entſprechende Geſtaltung, wie dieſe nur eine beſtimmte Lebensäußerung geſtattet.

So ſind alſo die von uns betrachteten Naturſubſtanzen und Naturkräfte die Materien und ſchaffenden Kräfte in der großen Werkſtätte der Natur, deren unzählbare Weſen immer zur höhern Vollendung ſich entwickeln, und die Natur ſelbſt durchläuft gewiſſermaßen die ihr vom erhabenen Schöpfer vorgezeichnete Bahn, auf der ſie vielleicht ihrer hohen Vollendung entgegeneilt.

Inmitten der Natur aber ſteht der Menſch mit ſeinem denkenden und unſterblichen Geiſte; auch ſeine Hauptbeſtimmung ſieht er aus der Natur zurückſpiegeln. Thätig ſoll er ſein und nach der Vollendung ſtreben und zwar nach der Vollendung in Gott, deſſen unendliche Liebe und Milde aus der Wunderpracht der Schöpfung uns überall zugleich mit der Hoffnung entgegenleuchtet, daß wir, wenn wir der rechten Vollendung zuſtreben, mit ihm dem vollkommenen Schöpfer vereinigt werden ſollen, den wir hier nur aus ſeinen Wundern ahnen, den wir dort einſt von Angeſicht zu Angeſicht in ſeiner Pracht und Herrlichkeit ſchauen werden. — —

Druck und Papier von Heinrich Richter.

Zur geneigten Beachtung.

Von Seiten der hochlöblichen Regierungen wird auf Veranlaſſung eines Hohen Cultus-Miniſteriums auf folgende Schrift ganz beſonders aufmerkſam gemacht:

Die Orgel und ihr Bau.

Ein ſyſtematiſches Handbuch für Cantoren, Organiſten, Schullehrer, Muſikſtudirende ꝛc., ſowie für Geiſtliche, Kirchenvorſteher und alle Freunde der Orgel und des Ogelſpiels. Herausgegeben vom Organiſten **Johann Julius Seidel.**

Zweite verbeſſerte und ſehr vermehrte Auflage. Preis 1 Rthlr.

Alle in mehr als 60 verſchiedenen öffentlichen Blättern über dieſes Werk erſchienenen Beurtheilungen ſtimmen darin überein, daß es kein ähnliches Buch giebt, das ſich von ſo entſchieden praktiſchem Nutzen für den Organiſten erweiſ't, als das von Seidel herausgegebene, indem es einerſeits bei der den Gegenſtand klar und faßlich darſtellenden Sprache, und andererſeits bei außergewöhnlich genauer, den Text erläuternden Zeichnungen, dem vom Orgelbauer vielleicht weit entfernt wohnenden Organiſten eine Menge auf vieljährige Erfahrung gegründeter Mittel und Vortheile an die Hand giebt, ſein ihm anvertrautes Orgelwerk in gutem Zuſtande zu erhalten.

Um einen Beweis von dem die kühnſten Erwartungen noch bei Weitem übertreffenden Beifall zu liefern, der dieſem Werke von allen Seiten zu Theil wurde, dürfte Nichts ſo geeignet ſein als hier anzuführen, was der als pädagogiſcher Schriftſteller ſo rühmlich bekannte Herr Oberlehrer Scholz in der von ihm herausgegebenen ſchleſiſchen Schullehrer-Zeitung ſagt:

„Wenn ein Mendelsſohn-Bartholdy in einem Briefe an den Verf., der mir vorliegt, ſchreibt, daß er „das Buch mit großem Intereſſe und mit wahrer Belehrung geleſen", und dem Verf. dankt, daß er mit ſo viel Sorgfalt, Deutlichkeit und Vollſtändigkeit einen ſo wichtigen Gegenſtand allgemein zugänglich gemacht habe; wenn der Veteran Dr. Rebs im theolog. Literatur-Blatt zur allgemeinen Kirchenzeitung ſagt, daß er dem fraglichen Werke hinſichtlich ſeiner weſentlichſten Brauchbarkeit und Nützlichkeit ein anderes an die Seite ſtellen zu können nicht vermöchte; wenn in der „Leipziger Muſik-Zeitung" und der von Hentſchel redigirten „Euterpe", die Herren Muſikdirektoren F. Wilke und C. T. Seiffert und in dem Baden'ſchen Volksſchulblatte der bekannte Organiſt Vierling das Buch gleichfalls günſtig beurtheilt haben; wenn die Breslauer Orgelſpielmeiſter Heſſe und Köhler die Arbeit ſchon vor dem Drucke kennen lernten und anprieſen; wenn endlich die Kenner der Sache, die Seminar-Muſiklehrer Richter und Schnabel, das Buch ihren Seminar-Zöglingen, denen immer nur gediegene Sachen anempfohlen werden dürfen, in die Hände derſelben zu bringen bemüht waren; wenn — meine ich — ſolche Prinzipal-Stimmen für das Werk reden: ſo bedarf es von meiner Seite keines empfehlenden Wortes, ſondern nur der Hinweiſung auf die Schrift." — ☞ Alle Buchhandlungen nehmen Beſtellungen auf dieſes, jedem Organiſten unentbehrliche Handbuch an.

Praktischer Lehrgang für den Violin-Unterricht.

Im Verlage von **F. E. C. Leuckart** in Breslau erschienen von dem als Violin-Lehrer und Vorsteher des rühmlichst bekannten Instituts für den praktischen Violin-Unterricht, so wie als Componisten hochgeschätzten

Königl. Preuss. Musik-Director

Moritz Schoen

nachstehend aufgeführte, sowohl von der strengsten Kritik, als von den vorzüglichsten Violin-Lehrern einstimmig empfohlenen Violin-Compositionen, die Jedem, der sich im Violinspiel ausbilden will, unentbehrlich sind, und für deren Brauchbarkeit die jährlich nothwendig werdenden sehr starken neuen Auflagen am deutlichsten sprechen. Sie kennen in folgender Ordnung gebraucht werden.

A B C des Violinspiels. Vorschule zur gründlichen Erlernung desselben nach den Regeln der vorzüglichsten deutschen Meister; mit 24 Uebungsstücken. Op. 32. Pr. 15 Sgr.

Erster Lehrmeister für den praktischen Violin-Unterricht in stufenweise geordneten Uebungen der ersten Position durch alle Tonleitern und Tonarten. Op. 22 und 27, in 3 Lieferungen, jede 20 Sgr. 2 Rthlr.

Prakt. Violin-Unterricht. 46 Uebungsstücke für die Violine (mit einer begleitenden zweiten Violine für den Lehrer). Pr. 15 Sgr.

Aufmunterung für junge Violinspieler. In 4 Heft. 2½ Rth.

I. Heft. 18 kleine und moderne Duetten in verschiedenen Dur- und Moll-Tonarten, als praktische Uebungsstücke für 2 Violinen. Zum Studium wie zur Unterhaltung für angehende Violinspieler. (Erste Position). Op. 13. Pr. 15 Sgr.

II. Heft. **Sechs leichte und melodische Duettino's** für 2 Violinen in verschiedenen Dur- und Moll-Tonarten als praktische Uebungsstücke. (Erste Position). 15 Sgr.

III. Heft. **Gründliche Anweisung zur Erlernung der Applicaturen** nebst Beispielen und leichten melodischen Duettino's für 2 Violinen in verschiedenen Dur- und Moll-Tonarten als praktische Uebungsstücke für angehende Violinspieler. (Dritte Position). Op. 19. Pr. 20 Sgr.

IV. Heft. **Gründliche Anweisung etc. etc.** Zweite Position. Op. 21. Mit einem alphabetischen Verzeichniss der gemeinnützigen Kunstausdrücke. 20 Sgr.

Der Sonntagsgeiger. Eine Sammlung leichter und gefälliger Unterhaltungsstücke für eine Violine mit Begleitung einer zweiten Violine (ad libitum). 15 Sgr.

Der Opernfreund. Eine Sammlung von Compositionen über die beliebtesten Opernmelodien für die Violine mit Begleitung einer zweiten Violine (ad libitum), in zwei Lieferungen, jede zu 15 Sgr. 1 Rthlr

Zwei gefällige Duetten für zwei Violinen, zum Studium und zur Unterhaltung für geübtere Spieler. 20 Sgr.

Zwölf Uebungen für die Violine. Erstes Heft. 17½.

Douze Etudes pour le Violon, dédiées a Monsieur le chevalier Ole Bull 25 Sgr.

Im Verlage von **F. E. C. Leuckart in Breslau** ſind folgende **anerkannt vorzügliche Schulbücher** erſchienen, welche auf ſehr vielen Gymnaſien, Realſchulen ꝛc. eingeführt, ſich des beſten Rufs erfreuen und durch ſehr billige Preiſe auszeichnen.

Beſtellungen hierauf nimmt jede Buchhandlung an.

Lebensſpiegel. Ein deutſches Leſebuch für Schule und Haus, von Dr. R. Sartorius. Abtheilung I. Mittelklaſſen. Preis 8 Sgr. netto. Abtheilung II.: das Buch der Natur. 12½ Sgr. netto.

Dieſes Leſebuch weicht in Anlage, Einrichtung und Durchführung von den meiſten der bis jetzt erſchienenen Leſebücher ab; es iſt aus den vieljährigen Erfahrungen eines Lehrers hervorgegangen, der mit Liebe ſeinem Amte gelebt und bei allem Unterricht die geiſtige und religiöſe Durchbildung ſeiner Schüler feſt vor Augen gehabt, dazu jeden Unterrichtszweig und jeden Lehrſtoff zu benutzen ſich bemüht hat.

Alle pädagogiſchen und literariſchen Zeitſchriften haben es vorzüglich beurtheilt und zur allgemeinſten Verbreitung empfohlen. Die Reichhaltigkeit und Gediegenheit des mit dem ausgezeichnetſten pädagogiſchen Takte ausgewählten Leſeſtoffes giebt ihm den Vorzug vor allen ähnlichen Werken. Viele Elementarſchulen haben die erſte Abtheilung und die meiſten Gymnaſien, Bürgerſchulen und Schullehrer-Seminarien die II. Abtheilung bereits eingeführt.

Handbuch beim Unterricht im Geſange für Schüler auf Gymnaſien und Bürgerſchulen bearbeitet von Bernard Hahn, Domkapellmeiſter ꝛc. 4te Aufl. 7½ Sgr.

Die in den meiſten Schulanſtalten Deuſchlands erfolgte Einführung dieſer vortrefflichen Geſanglehre, die empfehlende Aufnahme von Seiten der hohen Behörden, ſo wie die höchſt vortheilhaften Rezenſionen, deren ſich dieſes vorzügliche Schulbuch allerſeits zu erfreuen hat, Alles ſind ſprechende Beweiſe für deren außerordentliche Brauchbarkeit.

Elemente der ebenen Trigonometrie u. d. Stereometrie. Leitfaden für den Unterricht an Gymnaſien, höheren Bürger- (Real-) und Gewerbeſchulen, von Dr. M. Steiner. 12½ Sgr.

Bei dem Mangel an kurzgefaßten Lehrbüchern der ebenen Trigonometrie und Stereometrie kann dieſer Leitfaden ganz beſonders allen denjenigen Lehrern zur Berückſichtigung empfohlen werden, welche ihren Schülern ein ſowohl nach pädagogiſchen als wiſſenſchaftlichen Rückſichten bearbeitetes und aus einer mehrjährigen Praxis hervorgegangenes Lehrbuch in die Hände zu geben wünſchen.

Demonſtrative Rechnenkunſt für die untern Gymnaſial-Klaſſen, für Seminarien und höhere Bürgerſchulen. Zunächſt ein Wiederholungsbuch für ſeine Schüler, von J. Fiebag, Gymnaſial-Oberlehrer. Zweite vermehrte und verbeſſerte Aufl. 7½ Sgr.

Die erſte Auflage dieſes vortrefflichen Buches fand allgemeinen Beifall und in mehren bedeutenden Schul-Anſtalten ſogleich Einführung; die hiermit angekündigte zweite Auflage wurde vom Herrn Verfaſſer weſentlich vermehrt und

verbeſſert, und iſt außerdem noch viel wohlfeiler als die erſte; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß dieſelbe bei ihren entſchiedenen Vorzügen vor allen ähnlichen Büchern allgemeine Anerkennung finden und in noch ſehr vielen Anſtalten zur Einführung kommen wird.

Formenlehre, oder Anleitung zu Anſchauungs-, Denk- und Sprach-Uebungen, angeſtellt mit mathematiſchen Formen und verbunden mit Zeichnen-Uebungen für Stadt- und Landſchulen, von F. E. W. Sauermann, Seminarlehrer. Mit 10 Steindrucktafeln. 10 Sgr.

Die Theorie der freien Auffaſſung. Mit einer lithographirten Ueberſichtstafel, enthaltend die weſentlichſten Hülfsmittel beim Unterricht im Zeichnen. Für Kunſt-Akademien, Gymnaſien, Schullehrer-Seminarien, höhere Bürger-, Gewerbe-, und Elementarſchulen, auf Stein gezeichnet und herausgegeben von K. Bräuer, Zeichnenlehrer am Königl. kathol. Schullehrer-Seminar ꝛc. Preis 7½ Sgr.

Materalien für den Zeichnen-Unterricht. Vorzeichnungen zum Aufzeichnen auf die Schultafel, für Elementar-Lehrer. 24 Blätter mit dazu gehöriger Erklärung, auf Stein gezeichnet und herausgegeben von K. Bräuer, Zeichnenlehrer ꝛc. 7½ Sgr.

Vorſtehende, die Zeichnenkunſt betreffende Schriften verdienen ganz beſonders von allen Schulanſtalten beachtet zu werden, da in neuerer Zeit das Zeichnen als ein allgemeines Bildungsmittel immer mehr gewürdigt wird, und Hülfsmittel, wie die obigen, welche in einer faßlichen und praktiſchen, dem heutigen Standpunkte der Unterrichtswiſſenſchaft angemeſſenen Methode die Grundſätze des Zeichnens entwickeln, allgemeines Bedürfniß werden.

Von den Königl. Hochlöbl. Regierungen zu Breslau und Königsberg ſind dieſe Schriften zur Einführnng in Schulen empfohlen worden. Die höchſt vortheilhaften Beurtheilungen in den geachtetſten kritiſchen Blättern wurden denſelben zu Theil.

In demſelben Verlage erſchienen noch folgende vorzügliche Schulbücher:

Leſebuch für die obere Klaſſe der katholiſchen Stadt- und Landſchulen herausgegeben von **Felix Rendſchmidt**, Oberlehrer am k. katholiſchen Schullehrer-Seminar zu Breslau. **6te Aufl.** 500 Seiten Preis 10 Sgr. netto.

Leſebuch für die mittlere Klaſſe der katholiſchen Stadt- und Landſchulen von **Felix Rendſchmidt.** 336 Seiten. **3te Aufl.** Preis 7½ Sgr. netto.

Mit Rendſchmidt's Leſebüchern für die obere und mittlere Klaſſe der katholiſchen Stadt- und Landſchulen ſind den Letzteren anerkannt die vorzüglichſten Lehrmittel geboten worden. Der Verfaſſer löſ'te die ſchwierige Aufgabe: Leſebücher zu liefern, welche die Geiſtes- und Gemüthsbildung des Kindes fördern und ihm nützliche Kenntniſſe für ſeinen künftigen Beruf mittheilen, vortrefflich, und ſie fanden eine Aufnahme, die alle Erwartungen bei Weitem übertroffen hat. — Die öffentlichen Beurtheiler haben ſich entſchieden zu Gunſten der Rendſchmidtſchen Bücher erklärt und ihr Wunſch, dieſelben bald in allen katholiſchen Schulen eingeführt zu ſehen, wird in kurzer Zeit ganz erfüllt ſein.

Empfehlenswerthe neue Bücher.

Im Verlage von F. E. C. Leuckart in Breslau erſchienen mit Fürſtbiſchöflicher Approbation nachſtehende als ganz vorzüglich anerkannte Werke:

Katechismus für die reifere katholiſche Jugend. Ein Lehrbuch für Gymaſiaſten **Realſchüler, Seminariſten und Präparanden**, ein Hilfsbuch für Volksſchullehrer zu einem jeden der gebräuchlichen Katechismen. Verfaßt von **C. Barthel**, Director des Königl. kathol. Schullehrer-Seminars zu Breslau. Preis 15 Sgr.

Bibliſche Geſchichte für Elementarſchulen. Zugleich enthaltend ſämmtliche Evangelien für die Sonn- u. Feſttage des Kirchenjahres. Als Grundlage für den Katechismusunterricht nach der vom heiligen Stuhle approbirten Ueberſetzung des alten und neuen Teſtamentes von Dr. **Joſ. Franz Allioli**, bearbeitet von **C. Barthel**, Director des Königl. kathol. Schullehrer-Seminars zu Breslau. Preis 6¼ Sgr. netto.

Religionslehre für die Unterklaſſe katholiſcher Elementarſchulen in geſchichtlicher Behandlung als Vorbereitungsbuch für jeden der gebräuchlichen Katechismen, wie auch als Leſebuch, verfaßt von **C. Barthel**, Director des Königl. kathol. Schullehrer-Seminars zu Breslau. 2te Auflage. Preis 5 Sgr.

Die in ſämmtlichen theologiſchen und pädagogiſchen Zeitſchriften über die hier angekündigten Hilfsmittel beim Religions-Unterricht erſchienenen Beurtheilungen ſtimmen in der rühmlichſten Anerkennung ihrer Gediegenheit und vorzüglichen Brauchbarkeit vollkommen überein und empfehlen ſie zur allgemeinſten Verbreitung.

In demſelben Verlage iſt in dritter Auflage erſchienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Barthel, C., Seminar-Director: **Praktiſches Handbuch bei den ſchriftlichen Sprach- und Aufſatzübungen in Volksſchulen.** Enthaltend zahlreiche, ſtufenmäßig geordnete Aufgaben; welche die ganze Schreibthätigkeit der Kinder vom ſechſten bis zum vierzehnten Jahre umfaſſen. 20 Sgr.

Der fleißige Verfaſſer hat nach den im Sprachunterrichte jetzt geltenden neuern Grundſätzen die geſammte Wort- und Satzlehre umgearbeitet, und bietet nun ein ſorgſam geſichtetes Material zur Bearbeitung dem Lehrer und den Schülern dar. Die Grundlage dieſes Materials bilden Verſtandesübungen, welche nach dem Syſtem der Sprache zuſammengeſtellt ſind. Vor zwei Fehlern hat ſich der Verfaſſer zu hüten gewußt: er hat keine inhaltsleeren Sätze zugelaſſen; er hat auch nicht unzuſammenhängende Säze in bunter Ordnung zuſammengewürfelt. Es iſt kein Zweifel, daß das Buch in der erneuten und umgearbeiteten Geſtalt allgemeine Beachtung finden wird; denn es iſt durch daſſelbe ein weſentlicher Fortſchritt im Gebiete der Stilübungen herbeigeführt.

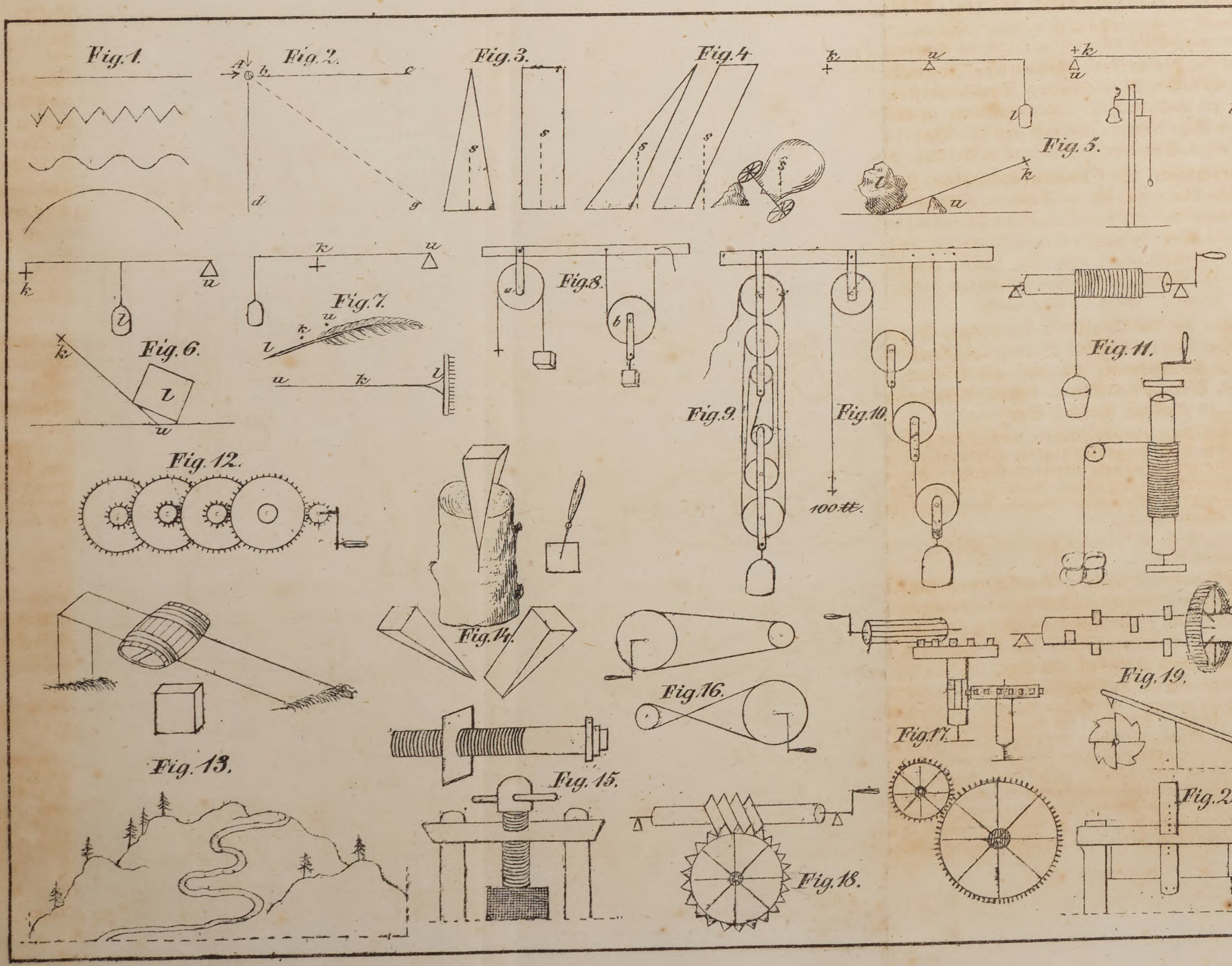
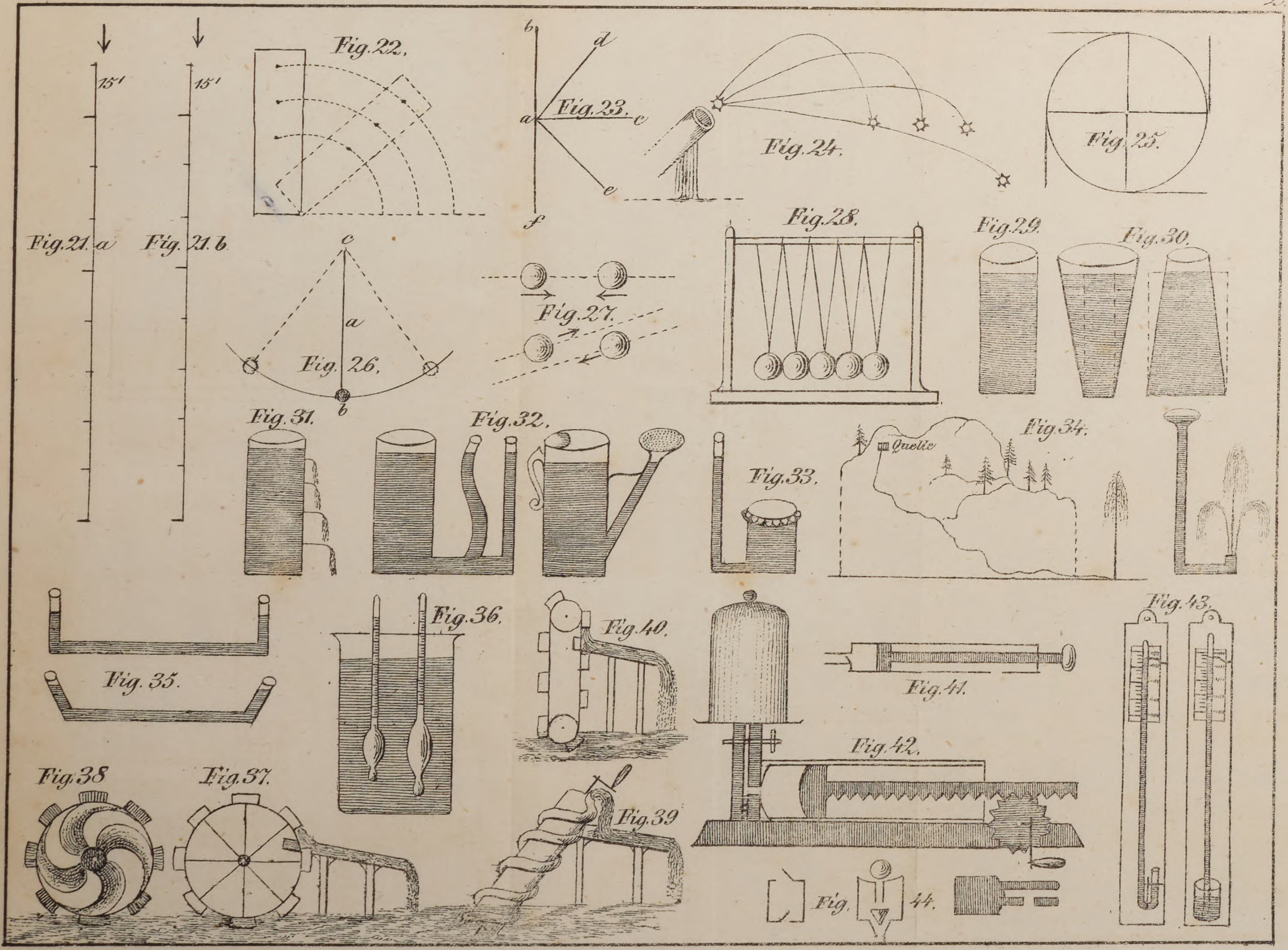


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
100 ℔.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.


15'
15'
Fig. 21. a
Fig. 21. b
Fig. 22.
b
d
a
Fig. 23.
c
e
f
Fig. 24.
Fig. 25.
c
a
Fig. 26.
b
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Quelle
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 38
Fig. 37.
Fig. 39
Fig. 44.

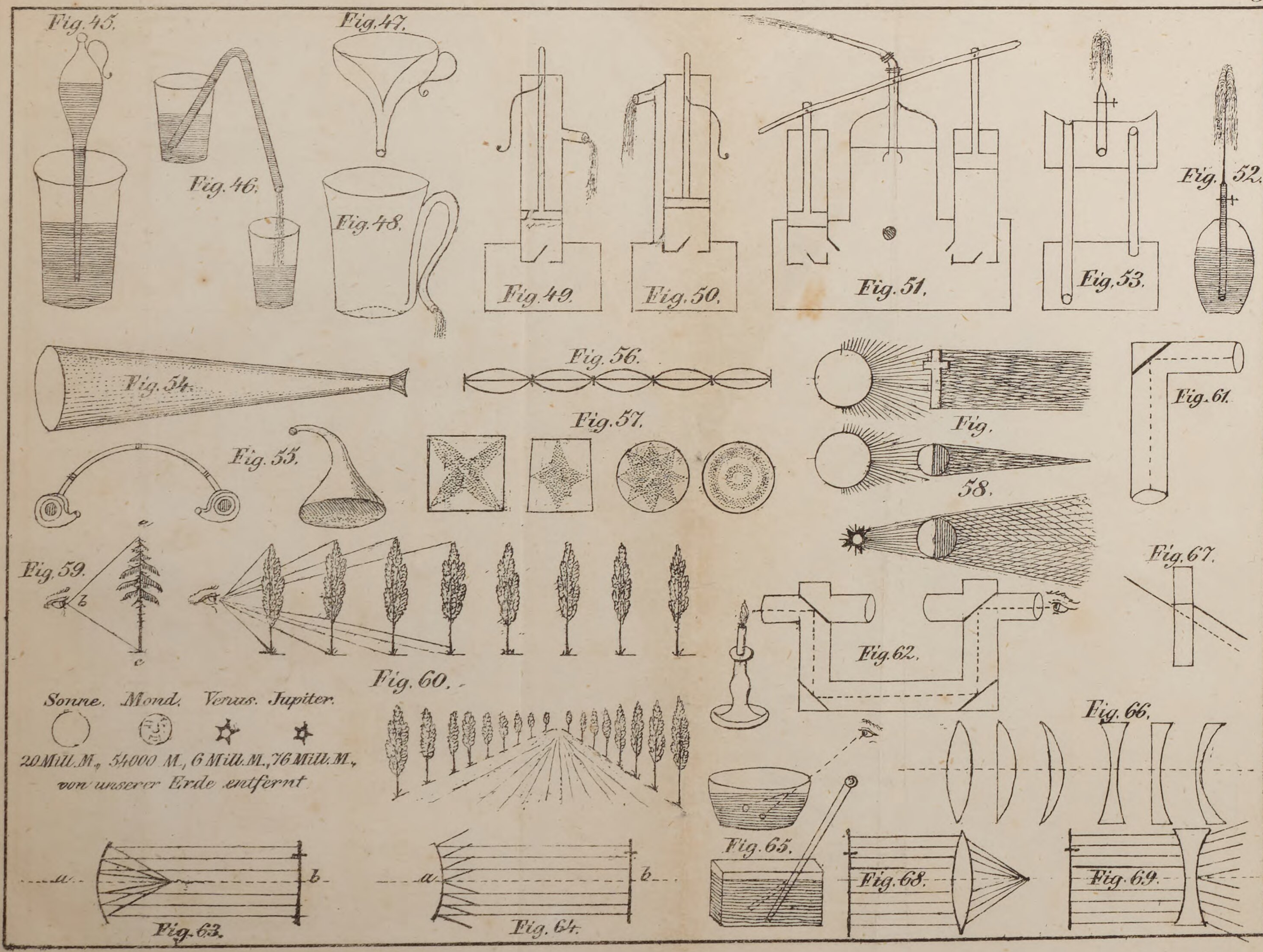


Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
a
b
c
Fig. 60.
Sonne. Mond. Venus. Jupiter.
20 Mill. M., 54000 M., 6 Mill. M., 76 Mill. M.,
von unserer Erde entfernt
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.
Fig. 67.
Fig. 68.
Fig. 69.

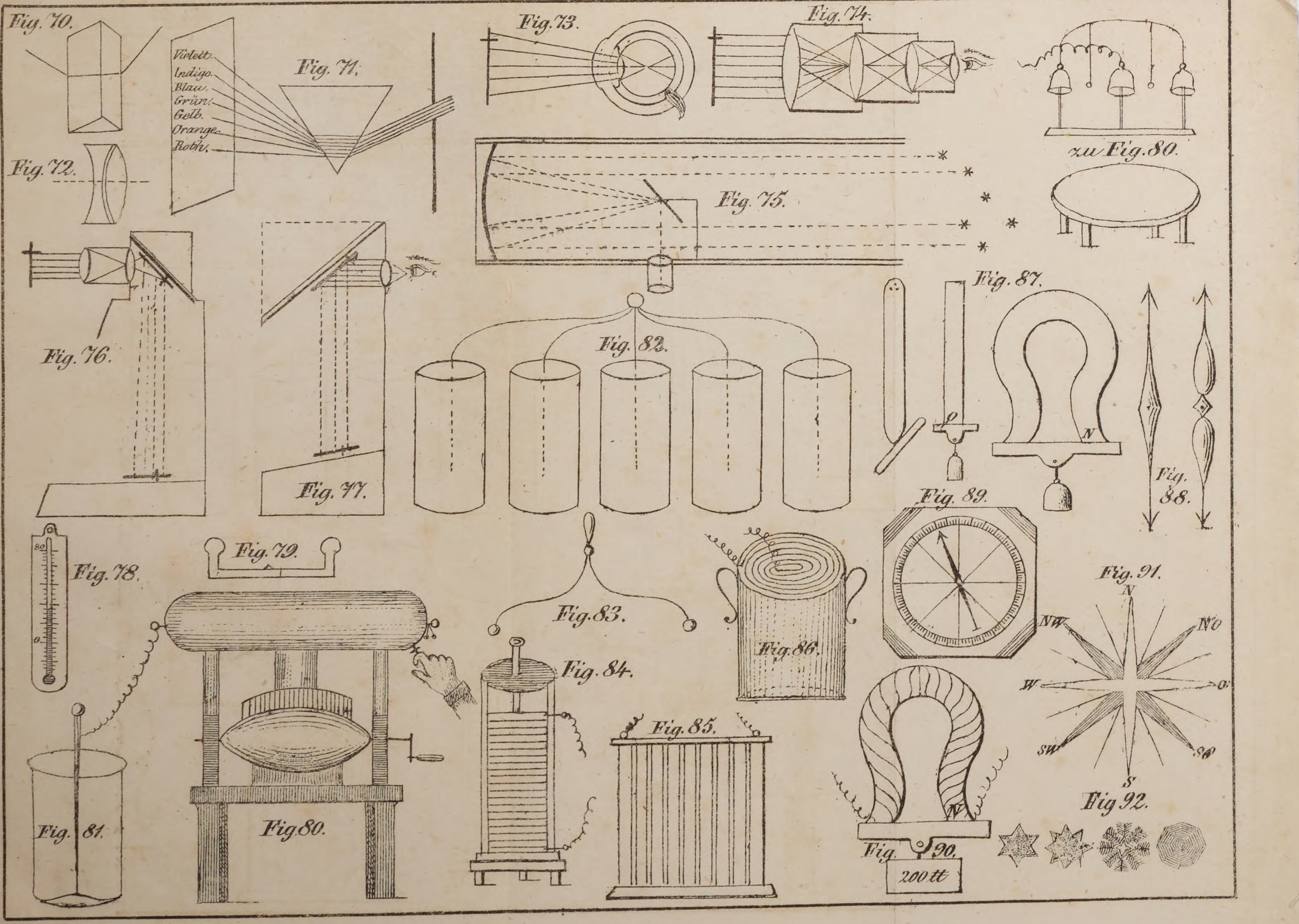


Fig. 70.
Fig. 71.
Violett.
Indigo.
Blau.
Grün.
Gelb.
Orange.
Roth.
Fig. 72.
Fig. 73.
Fig. 74.
zu Fig. 80.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.
Fig. 82.
Fig. 87.
N
Fig. 88.
Fig. 78.
80
0
Fig. 79.
Fig. 83.
Fig. 89.
Fig. 91.
N
NW
NO
W
O
SW
SO
S
Fig. 84.
Fig. 86.
Fig. 85.
Fig. 81.
Fig. 80.
Fig. 90.
N
200 tt
Fig. 92.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Naturlehre für Schule und Haus

Breslau 1845

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.67-am
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763688-7